

Markus Kiiski

ENERGIATEHOKKUUS PANIMON TUOTANTOPROSESSISSA

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kevät 2007



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t) Markus Kiiski	
Työn nimi Energiatehokkuus panimon tuotantoprosessissa	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Heikkinen Mikko
	Toimeksiantaja Olvi Oyj
Aika Kevät 2007	Sivumäärä ja liitteet 49 + 6
<p>Työssä selvitetään Olvi Oyj:n energiatase höyryn ja sähkön käytön ja määrän osalta tuotantoprosessissa sekä niiden mahdolliset säästökohteet. Työ sisältää yleisen selvityksen prosesseista ja niiden energian käytöstä käyttökoh-teittain, käytännön mittaustyön tulokset sekä johtopäätökset niiden perusteella.</p> <p>Sähkömittaukset eri prosessin vaiheissa suoritettiin dataloggereilla, jonka jälkeen tulokset käsiteltiin käyttökelpoi-siksi. Tuotantoprosessin vaiheet selvitettiin mittausten aikana ja tulokset muutettiin muotoon kWh/l, jolloin voi-tiin määrittää vuosikulutukset ja prosenttiosuudet kokonaiskulutuksesta. Viisi prosenttia kokonaiskulutuksesta on energiataseen kannalta merkittävää. Sen alle jäävät kulutukset ovat ei-merkittäviä, mutta ne mainitaan kuitenkin raportissa. Tulokset osoittivat, että täyttölinja 3 oli ainoa joka ylitti 5 % sähkönkulutuksen kokonaiskulutuksesta.</p> <p>Höyrymittaukset eri prosessin vaiheissa suoritettiin ultraääneen perustuvalla mittauksella tai laskennallisesti. Tu-lokset käsiteltiin kuten sähkömittauksissakin eli lopputulokseksi saatiin kWh/l, jos se vain oli mahdollista.</p> <p>Tuotantoprosessin energiakulutuksien mittaustulokset osoittivat, että sähkönkulutuksissa tuotantoprosessissa ei voi säästää paljoakaan. Sähkölukutukset ovat suurempia kiinteistön ylläpidossa ja säästöt tulee ensisijaisesti hakea sieltä. Höyrykulutuksessa säästöt tulee hakea lämmityksestä, keittämöstä ja vesihuollosta. Tuotantolinjoista linja 3:lla höyryn kulutus on suurempaa kuin pitäisi, joten sitä tulisi tutkia tarkemmin, jolloin saataisiin pientä säästöä höyrynkulutukseen. Lisäksi mittauksia suorittaessa huomattiin, että eristyksiä puuttuu lauhdeputkista ja osassa kohteista lauhdevesi menee joko viemäriin tai tuntemattomaan paikkaan. Nämä asiat korjaamalla saadaan myös pieniä säästöjä.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Panimo, Energiateknikka, höyry, sähkö
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Markus Kiiski	
Title Energy Efficiency of a Brewery Production Process	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Heikkinen Mikko
	Commissioned by Olvi Oyj
Date April 2007	Total Number of Pages and Appendices 49 + 6
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by Olvi Oyj. The purpose of the thesis was to find out the energy balance of the production process; the use and amount of electricity and steam in production and the possible ways of saving. The thesis contains a general description of the processes and the use of energy in every stage of the process, the practical results and the conclusions.</p> <p>The electrical measurements were made by data loggers. During the measurements the stages of the production process were settled and the results were changed into form kWh/1. This made it possible to define the annual consumption and the percentages from the total consumption. Considering the energy balances five per cent from the total consumption is significant. The results lower than five per cent are not significant but mentioned in the thesis. As a result of the electrical measurements, only filler line 3 crossed the significant five per cent limit.</p> <p>The steam measurements were made by calculations and measurements based on ultrasound. The results were processed as reported above.</p> <p>It was also shown that it is not possible to save on electricity in the production process. The use of electricity is the highest in the real estate maintenance and therefore the savings should be made in that section. The savings on the use of steam should be made in heating in general, in the boiling room and in water heating. Of all the filler lines, line 3 uses more steam than it should, so more research should be done to find out how to make it use less steam. In addition, it was discovered that there are lacks of insulators in the condensation pipes and some of the condenser water is going into the drain and some into an unknown place. By fixing these problems some savings can also be achieved.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	Brewery, Energy Technology, Steam, Electrical
Deposited at	<input type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty keväällä 2007 Iisalmessa. Kokeellinen osio tehtiin Olvilla. Tämän työn tekeminen oli hyvin mielenkiintoinen ja haasteellinen projekti. Työhön kuului hyvin paljon mittaamista ja tuloksien analysointia. Sain myös ainutlaatuisen tilaisuuden tutustua mielenkiintoiseen juomien valmistusprosessiin.

Haluan kiittää teitä keittolan, kellarin, suodatuksen, mehuttamon, tuotannon ja kunnossapidon henkilöstöä. Te annoitte tärkeitä vastauksia kysymyksiini ja olitte kiitettävästi apuna tarvittaessa. Kiitän myös teknistä johtajaa Pentti Pelttaria, hänen ansiostaan työni oli mahdollinen.

Erityiset kiitokset osoitan, työni ohjaajalle tekniselle panimomestarille Petteri Pulkkiselle asiantuntevasta ohjauksesta, työnjohtaja Kari Multamaalle, työnjohtaja Jukka Huttuselle ja työnjohtaja Ismo Niskaselle teknisestä asiantuntemuksesta ja sitä myötä suuresta avusta työn aikana. Kiitokset kuuluvat myös työni valvojalle Mikko Heikkiselle.

Kiitokset myös vanhemmilleni ja erityisesti puolisololleni Maritalle saamastani kannustuksesta ja avusta työni aikana.

Iisalmessa 11.4.2007

Markus Kiiski

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 VALMISTUSPROSESSIT	3
2.1 Oluen valmistusprosessi	3
2.1.1 Maltaan rouhinta	3
2.1.2 Mäskäys	4
2.1.3 Vierteen siivilöinti	4
2.1.4 Vierteen keitto	4
2.1.5 Vierteen jäähdytys ja ilmastus	5
2.1.6 Käyminen	6
2.1.7 Suodatus	6
2.2 Siiderin valmistusprosessi	7
2.3 Kivennäisvesien, long drink- ja virvoitusjuomien valmistus	7
2.4 Cip -pesukeskukset	8
3 ASTIOINTILINJAT	9
3.1 Täyttölinja 2	9
3.2 Täyttölinja 3	11
3.3 Täyttölinja 4	13
3.4 Täyttölinja 5	15
3.5 Linja 7, erikoispakkauslinja	17
4 KÄYTETYT MENETELMÄT JA LAITTEET	18
4.1 Sähköenergian mittaus	18
4.2 Höryenergian mittaus	19
5 SÄHKÖENERGIAN MÄÄRITYS KOHTEITTAIN	22
5.1 Täyttölinja 3:n sähkönkulutus	22
5.2 Täyttölinja 4:n sähkönkulutus	23
5.3 Täyttölinja 5:n sähkönkulutus	24
5.4 Erikoispakkauslinjan sähkönkulutus	27
5.5 Keittämön sähkönkulutus	27
5.6 Suodatusosaston sähkönkulutus	29
5.7 Otsonaattorin sähkönkulutus	30

5.8 Kellarin sähkönkulutus	31
6 HÖYRYENERGIAN MÄÄRITYS KOHTEITTAIN	32
6.1 Lämmityshöyrynkulutus	32
6.2 Täyttölinja 2:n höyrynkulutus	32
6.3 Täyttölinja 3:n höyrynkulutus	33
6.4 Täyttölinja 4:n höyrynkulutus	34
6.5 Täyttölinja 5:n höyrynkulutus	35
6.6 Linja 7:n höyrynkulutus	36
6.7 Keittämön höyrynkulutus	36
6.8 Suodatusosaston höyrynkulutus	37
6.9 Mehuttamon höyrynkulutus	37
6.10 Kellarin höyrynkulutus	37
6.11 Hiilidioksidin tarvitsema höyryenergia	38
6.12 Cip 1:n höyrynkulutus	38
6.13 Cip 2:n höyrynkulutus	38
6.14 Cip - keittämön höyrynkulutus	39
6.15 Cip 4:n höyrynkulutus	39
7 TULOSTEN TARKASTELU	40
7.1 Sähkönkulutus tuotantoprosessissa	40
7.1.1 Täyttölinja 3:n sähkönkulutus	40
7.1.2 Täyttölinja 4:n sähkönkulutus	41
7.1.3 Täyttölinja 5:n sähkönkulutus	41
7.1.4 Erikoispakkauslinjan sähkönkulutus	41
7.1.5 Keittämön sähkönkulutus	42
7.1.6 Suodatuksen sähkönkulutus	42
7.1.7 Otsonaattorin sähkönkulutus	42
7.2 Höyrynkulutus tuotantoprosessissa	43
7.2.1 Keittämön höyrynkulutus	43
7.2.2 Vesihuollon höyrynkulutus	44
7.2.3 Täyttölinja 2:n höyrynkulutus	44
7.2.4 Täyttölinja 3:n höyrynkulutus	44
7.2.5 Täyttölinja 4:n ja 5:n höyrynkulutus	45
7.3 Kulutukset tuotantoprosessissa	46

8 YHTEENVETO	48
LÄHTEET	49
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Insinöörityö on tehty Olvi Oyj:lle. Olvi Oyj valmistaa olutta, kivennäisvesiä, siidereitä, virvoitus-, long drink- ja energiajuomia. Olvi Oyj:n strategisesti tärkeimmät tuoteryhmät ovat oluet, kivennäisvedet ja siiderit.

Olvi Oyj on Olvi-konsernin emoyhtiö. Yhtiön suomalainen panimo- ja virvoitusjuomatehdas sekä pääkonttori sijaitsevat Iisalmessa, Porovesi järven rannalla.

5. lokakuuta 1878 perustettiin Iisalmen Oluttehdas Oy, vuonna 1932 nimi muuttui Oluttehdas Oiva Oy:ksi. Nykyisen nimen Olvi Oy yhtiö sai vuonna 1952. Vuonna 2006 konsernin liikevaihto oli 170,3 miljoonaa euroa. Konsernin palveluksessa on noin 1100 työntekijää, joista Suomessa työskentelee noin 346 työntekijää. Konsernin virolainen tytäryhtiö AS A. Le Coq Group omistaa kokonaan AS A. Le Coq Tartu Öllehtehasin Virossa, enemmistön latvialaisesta AS Cesu Alus – panimosta (97,89 %) ja liettualaisesta AB Ragutis –panimoyhtiöstä (98,96 %). [1.]

Työssä määritetään Olvi Oyj:n Iisalmen tuotantoprosessin energiatase, eli selvitetään eri energiamuotojen käyttö (sähkö ja höyry) ja määrä tuotantoprosessissa sekä mahdolliset säästökohteet. Työ sisältää yleisen selvityksen prosesseista ja niiden energiankäytöstä käyttökohteittain, käytännön mittaustyön tulokset sekä johtopäätökset niiden perusteella.

Aihe on tärkeä ja ajankohtainen. Työssä pyritään selvittämään energiamäärät tuotantoprosessin eri vaiheissa ja sitä kautta saavuttamaan kustannussäästöjä ja vähentämään ympäristökuormituksen määrää, mikä on tänä päivänä erittäin tärkeää yrityksille, jotka aikovat menestyä tulevaisuudessakin. Tehtävänäni oli määrittää sähkön- ja höyrynkulutus tuotantoprosessissa. Tulokset ilmoitetaan käytetty energia per litra ja prosenttiosuus kokonaiskulutuksesta, jolloin voidaan jatkossa laskea energiankulutus halutulle aikavälille ja saadaan kuva siitä, mistä on mahdollista hakea säästökohteita.

Aloitin työni prosessin parissa opiskelulla ja saatuaani kuvan prosessista aloitin höyrynkulutuksen määrittämisen mittauksilla. Mittauksien ohessa meillä oli höyrynkäytön seurantalomakkeita, joihin työntekijät kirjasivat kellonajat, kun käyttivät höyryä. Tämän avulla voitiin määrittää myöhemmin loput kohteet, joita ei saatu mitattua.

Sähkömittauksista vastasi Olvin automaatioinsinööri Antti Pulkka. Olin apuna määrittämässä mittauskohteita ja ajankohtia. Mittaustuloksien valmistuttua aloin selvittää prosessissa samanaikaisesti tapahtuneita asioita, kuten esimerkiksi keittämön prosessin eri vaiheita ja niiden ajankohtia, tuotannossa valmistuneita litramääriä ja linjojen tehokkuuksia mittaushetkellä.

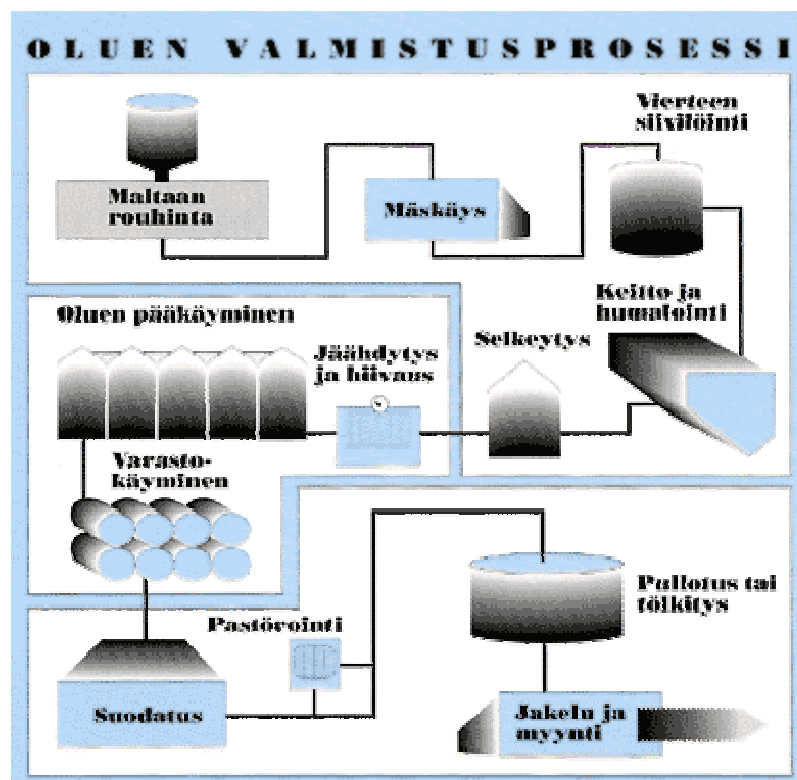
Kilpailuteknisistä syistä joitakin tietoja on muokattu tai poistettu kokonaan. Mittaustuloksia on merkitty julkaistavassa insinöörityössä pelkästään xxx. Liitteet on myös poistettu.

2 VALMISTUSPROSESSIT

Tässä luvussa on yleinen selvitys oluen, siiderin ja virvoitusjuomien valmistusprosesseista Olvin tehtaalla Iisalmessa. Luku sisältää myös prosessikaaviot kaikista vaiheista.

2.1 Oluen valmistusprosessi

Oluen valmistuksessa pääraaka-aineet ovat mallas, humala ja vesi. Kuvassa 1 näkyy oluen valmistusprosessi.



Kuva 1. Oluen valmistusprosessi [3.]

2.1.1 Maltaan rouhinta

Automaattivaaka punnitsee maltaan noin 45 kilogramman erissä mallassiiloon, kunnes haluttu mallasmäärä on siilossa. Mallas jauhetaan lämpimän veden kanssa, jolloin samalla saadaan

mäskäykseen tarvittava vesi. Maltaat on jauhettava, jotta uuttuminen nopeutuisi. Rouheen on oltava hienoa, jotta uutesaanto on hyvä, mutta se ei saa olla liian hienoa, jottei siivilöinti vaikeudu jatkossa. [2, s. 84.]

2.1.2 Mäskäys

Jauhettu mallas ja lietetty tärkkelys mäskätään mäskikattilassa. Mäskikattila kuumennetaan höyryn avulla tietyin väliajoin tietty aika, jotta mäskin lämpötila saadaan halutuksi. Ensimmäinen höyrytys kestää noin 20 minuuttia, jolloin mäskin lämpötila saadaan nostetuksi 50 asteesta noin 65-asteiseksi. Toinen höyrytys kestää noin 10 minuuttia, jolloin mäskin lämpötila nousee 67-asteiseksi. Kolmas höyrytys kestää noin 2 minuuttia, ja lämpötila nousee 72 asteeseen. Viimeinen höyrytys kestää noin 5 minuuttia, ja lämpötila nousee 78 asteeseen. Höyrytyksen aikana höyry on kylläistä ja höyrynpaine on noin 3 baria. Lämpötila-aikaohjelman avulla saadaan säädettyä mäskäyksessä tapahtuvia entsyymaattisia reaktioita. Näin saadaan maltaasta ravinteita hiivalle, jotta olut saadaan käymään. Lisäksi tärkkelyksestä saadaan käymiskelpoisia sokereita. [2, s. 85, 90.]

2.1.3 Vierteren siivilöinti

Vierteren siivilöinnissä maltaan kuoret ja liukenemattomat osat erotetaan siivilöintiastiassa, jolloin ne muodostavat suodattavan kerroksen välipohjan päälle. Mäskikakkua huuhdellaan vedellä, jotta kaikki liuenneet komponentit saadaan huuhtoutumaan vierteeseen. Jäljelle jäänyt mäskikakku sisältää kuoriaineiden lisäksi runsaasti proteiinia ja se voidaan käyttää eläinten rehuksi. [2, s. 103.]

2.1.4 Vierteren keitto

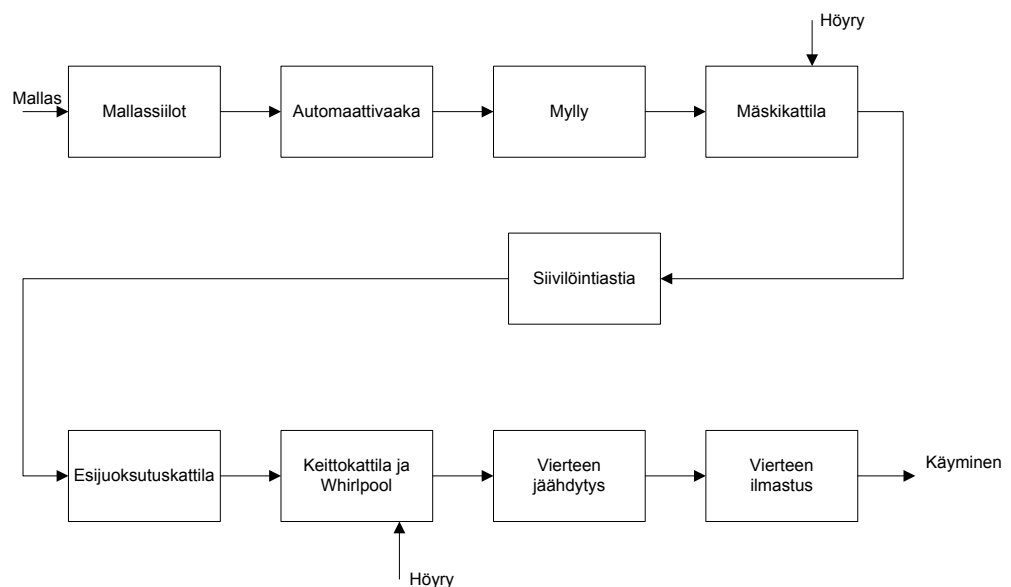
Vierre pumpataan keittokattilaan vierrelämmittimen läpi. Vierrelämmittimessä vierteen lämpötila nostetaan 96 asteisella vedellä noin 75 asteesta noin 90 asteeseen. Vierteren esilämmityksellä säästetään energiakustannuksissa, sillä kuuma vesi on prosessissa syntyvää kuumaa vettä, jolloin ei tarvitse käyttää niin paljon ostoenergiaa eli höyryä, jotta vierre saadaan kie-

humaan. Keittokattilassa vierteen lämpötilaa nostetaan kiehuvaaksi noin 10 minuutin höyrytyksellä, höyrynpaineen ollessa noin 3 bar:ia. Ensimmäisen keiton nosto kiehuvaaksi kestää kuitenkin puolet pidempään eli noin 20 minuuttia, esimerkiksi viikonlopun jälkeen. Kun kiehuminen on saavutettu, sitä pidetään yllä 75 minuuttia, höyryn paineena tuolloin riittää 2 bar:ia. Vierre kiertää ulkoisen keittimen läpi, missä kuumennus tapahtuu.

Keittäessä vierteeseen lisätään humalat. Vierteen keittämisellä saavutetaan proteiinien ja polyfenolien muodostamien yhdisteiden saostaminen, veden ja haitallisten aineiden haihtuminen, humalan katkeroaineiden liuottaminen ja isomerointi, vierteen sterilointi ja entsyymien denaturoituminen ja niiden aktiivisuuden loppuminen. [2, s. 94.]

2.1.5 Vierteen jäähdytys ja ilmastus

Vierre jäähdytetään käymiselle sopivaan lämpötilaan noin 14 asteeseen lämmönvaihtimella. Kun vierre on jäähdytetty, siihen johdetaan ilmaa jotta vierteeseen saadaan liukenemaan happea, jota hiiva tarvitsee. [2, s. 110.] Kuvassa 2 on esitetty vierteen valmistuksen prosessi kaavio.



Kuva 2. Vierteen valmistuksen prosessikaavio

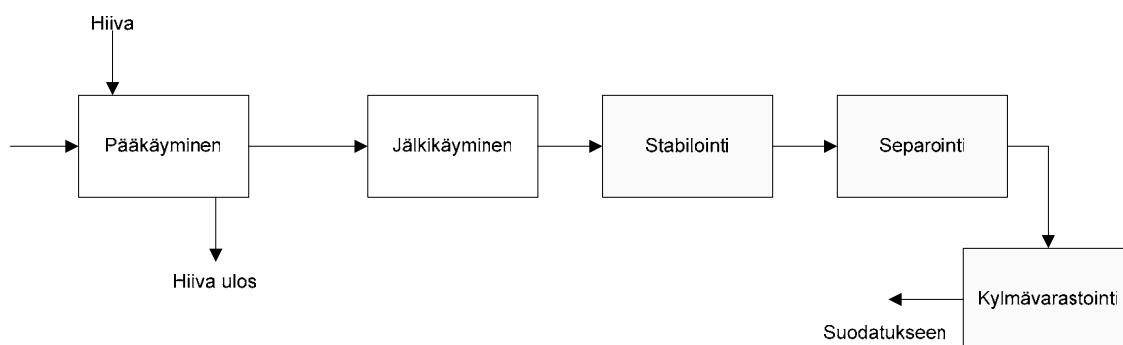
2.1.6 Käyminen

Käyminen alkaa, kun vierteeseen lisätään hiivaa. Hiiva on Olvin oma puhtaaksiviljelty hiivakanta. Hiivakanta vaikuttaa oluen häiriöttömään käymiseen ja oluen laatuun.

Vierre sisältää käymiskelpoisia sokereita, jotka hiivan vaikutuksesta muuttuvat hiilidioksidiksi ja alkoholiksi. Hiiva lisääntyy ja käyttää lopun hapen, jonka jälkeen voi pääkäyminen alkaa. Pääkäyminen kestää reilun viikon. [2, s. 154.]

Pääkäymisen jälkeen olut johdetaan varastotankkeihin, missä alkaa jälkikäyminen. Jälkikäyminen kypsyttää oluen makua ja kirkastaa olutta. Jälkikäyminen voi kestää kahdesta viikosta aina kuukauteen. [2, s. 162.]

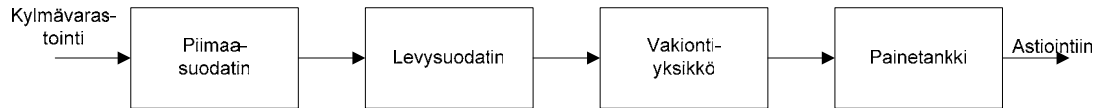
Käymisen jälkeen olut jäähdytetään noin -2 asteiseksi, jolloin olut stabiloituu. Stabiloinnilla tarkoitetaan oluen pysymistä kirkkaana astioinnin jälkeen. Ylijäämähiiva ja saostuneet komponentit poistetaan separoimalla. [2, s. 172.] Kuvassa 3 käymisen prosessikaavio.



Kuva 3. Käymisen prosessikaavio

2.1.7 Suodatus

Jotta loputkin hiivasolut, mikro-organismit ja partikkelit saataisiin pois, täytyy olut vielä suodattaa. Ensin olut johdetaan piimaasuodatuksen läpi ja sen jälkeen vielä levysuodattimen läpi. [2, s. 172.] Suodatusosastolla myös oluen alkoholi- ja hiilidioksidipitoisuus vakioidaan halutuksi. Höyryä käytetään suodatuksessa patruuna- ja levysuodattimen sanitointiin. Tämän jälkeen olut siirretään painetankkeihin odottamaan astioimista. Kuvassa 4 näkyy suodatuksen prosessikaavio.

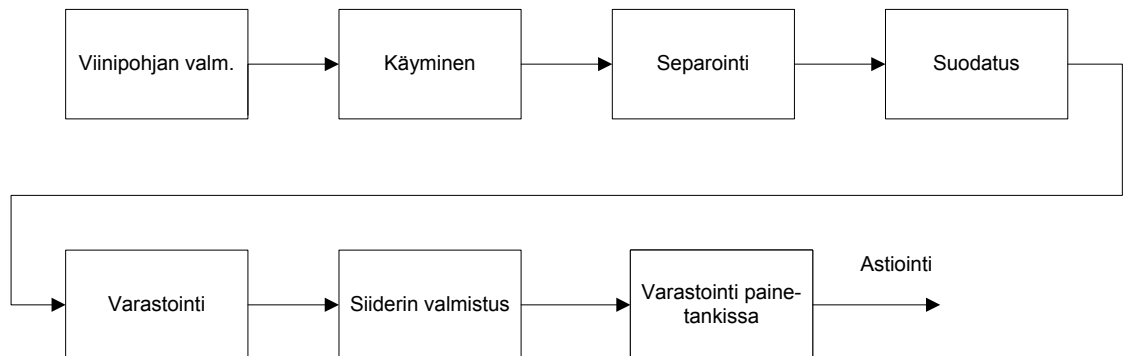


Kuva 4. Suodatuksen prosessikaavio

2.2 Siiderin valmistusprosessi

Siiderin valmistukseen tarvitaan viiniä. Viini valmistetaan tekemällä viinipohja, jonka raaka-aineita ovat glukoosisiirappi, täysmehutiiviste, maitohappo ja lämmin vesi. Seos ilmastetaan ja siihen lisätään hiiva ja sen ravinteet. Viinin käyminen kestää noin kaksi viikkoa, jonka jälkeen viini separoidaan. Tämän jälkeen viini suodatetaan ja kylmävarastoidaan, jonka jälkeen se on valmista siiderin raaka-aineeksi.

Viini, siiderin paksumehu, hapeton vesi ja hiilidioksidi sekoitetaan. Siideri on valmista sekoituksen jälkeen ja se siirretään painetankkeihin odottamaan astiointia. Kuvassa 5 on siiderin valmistuksen prosessikaavio.

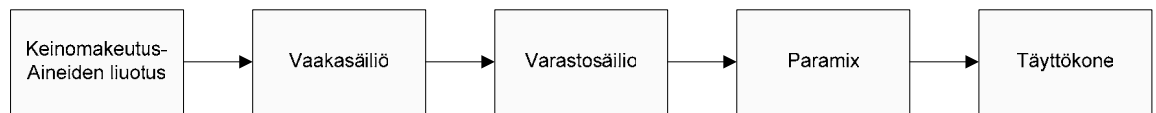


Kuva 5. Siiderin valmistuksen prosessikaavio

2.3 Kivennäisvesien, long drink- ja virvoitusjuomien valmistus

Kivennäisvesi koostuu vedestä, suoloista ja aromeista. Virvoitusjuoman raaka-aineet ovat veden ja happojen lisäksi ekstraktit, sokeri- ja lisäaineet. Long drink -juomiin lisätään myös etanolia. Valmistettavan juoman raaka-aineet sekoitetaan, jonka jälkeen juoma siirretään va-

rastosäiliöön. Sieltä tuote astioidaan 30 litran tai 10 litran astioihin tai pulloihin. Kuvassa 6 näkyy virvoitus - ja long drink -juomien prosessikaavio.



Kuva 6. Virvoitus- ja long drink -juomien prosessikaavio.

2.4 Cip -pesukeskukset

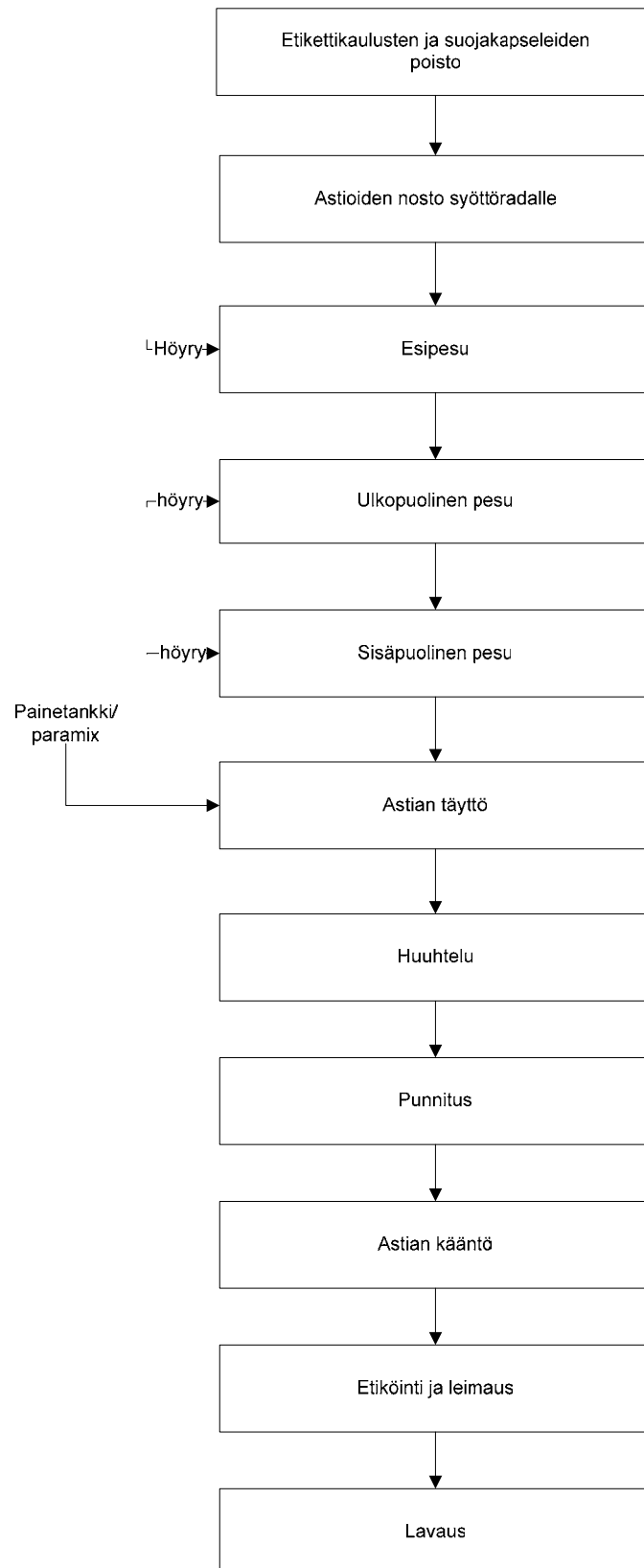
Cip (clean in place) tarkoittaa teollisuuden automaattista tietokoneohjattua pesujärjestelmää. CIP-järjestelmän avulla puhdistetaan prosessin putkistot, tankit ja säiliöt sekä muut järjestelmään kuuluvat laitteistot, kuten lämmittimet ja jäähdyttimet. Puhtaus on erittäin tärkeää panimon eri osastoilla. CIP-pesujärjestelmällä pestään valmistusprosessit alusta alkaen linjojen täyttökoneille saakka. Höyryä kuluu lipeän ja pesuliuoksen väkevöintiin. [3, s. 17]

3 ASTIOINTILINJAT

Astiointilinjat käsittävät kaikki tuotantolinjat, joissa valmis tuote pakataan pulloihin, tölkkeihin tai astioihin. Tuotteet pakataan joko laatikoihin tai kennolevyihin yksittäin tai paketeissa, jonka jälkeen ne siirretään edelleen varastoon.

3.1 Täyttölinja 2

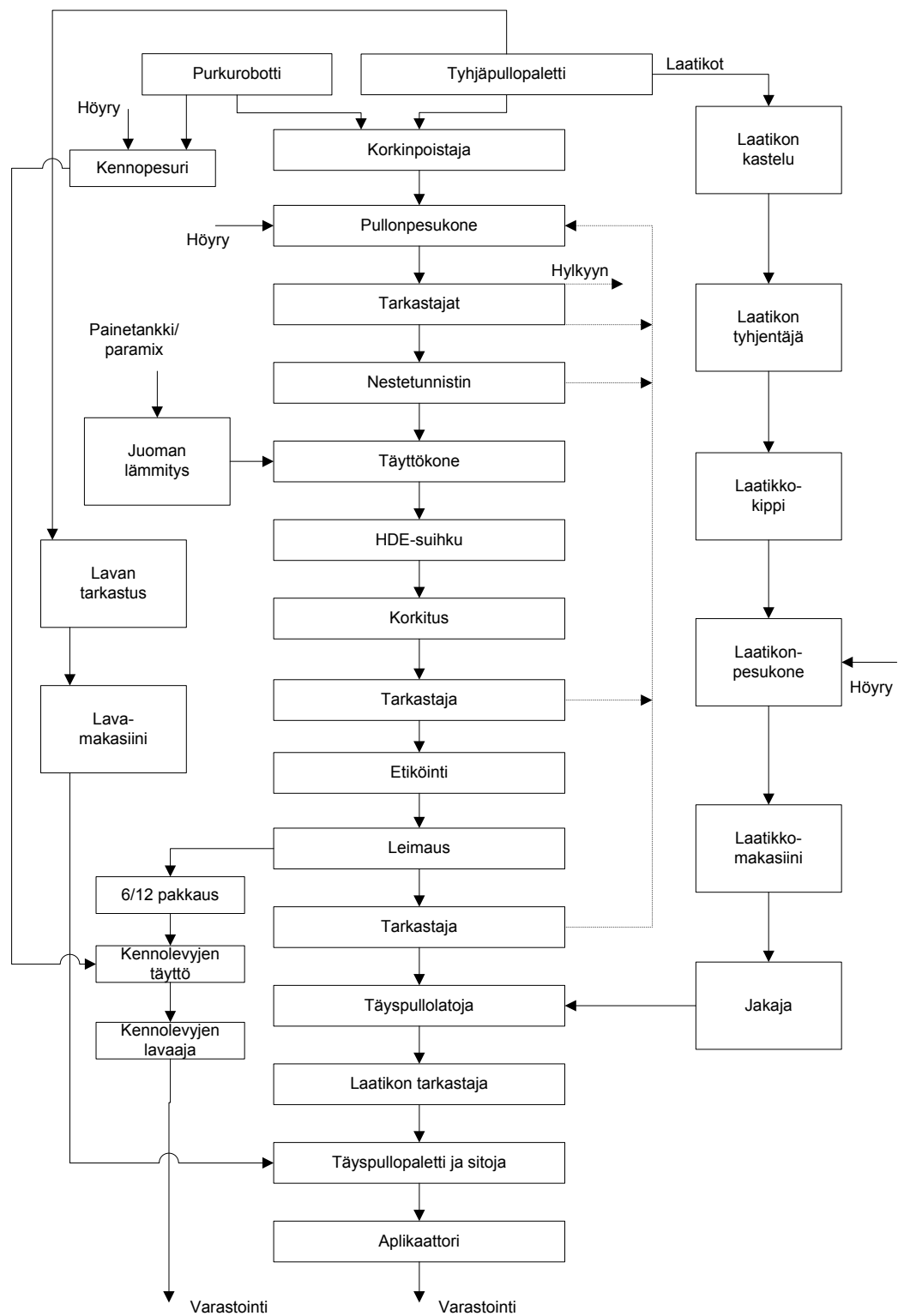
Täyttölinja 2 astioi 30 litran astioihin olutta, siideriä ja long drink -juomia. Nykyään linjalla voidaan astioida myös virvoitusjuomatiivisteitä 10 litran ravintola-astioihin. Kuva 7 selkeyttää täyttölinja 2:n prosesssia. Linjalla käytetään höyryä astioiden esipesuun, ulkopuoliseen ja sisäpuoliseen pesuun. Sisäpuolisen pesun jälkeen haluttu juoma astioidaan joko 30 tai 10 litran astioihin.



Kuva 7. Täyttölinja 2:n prosessikaavio

3.2 Täyttölinja 3

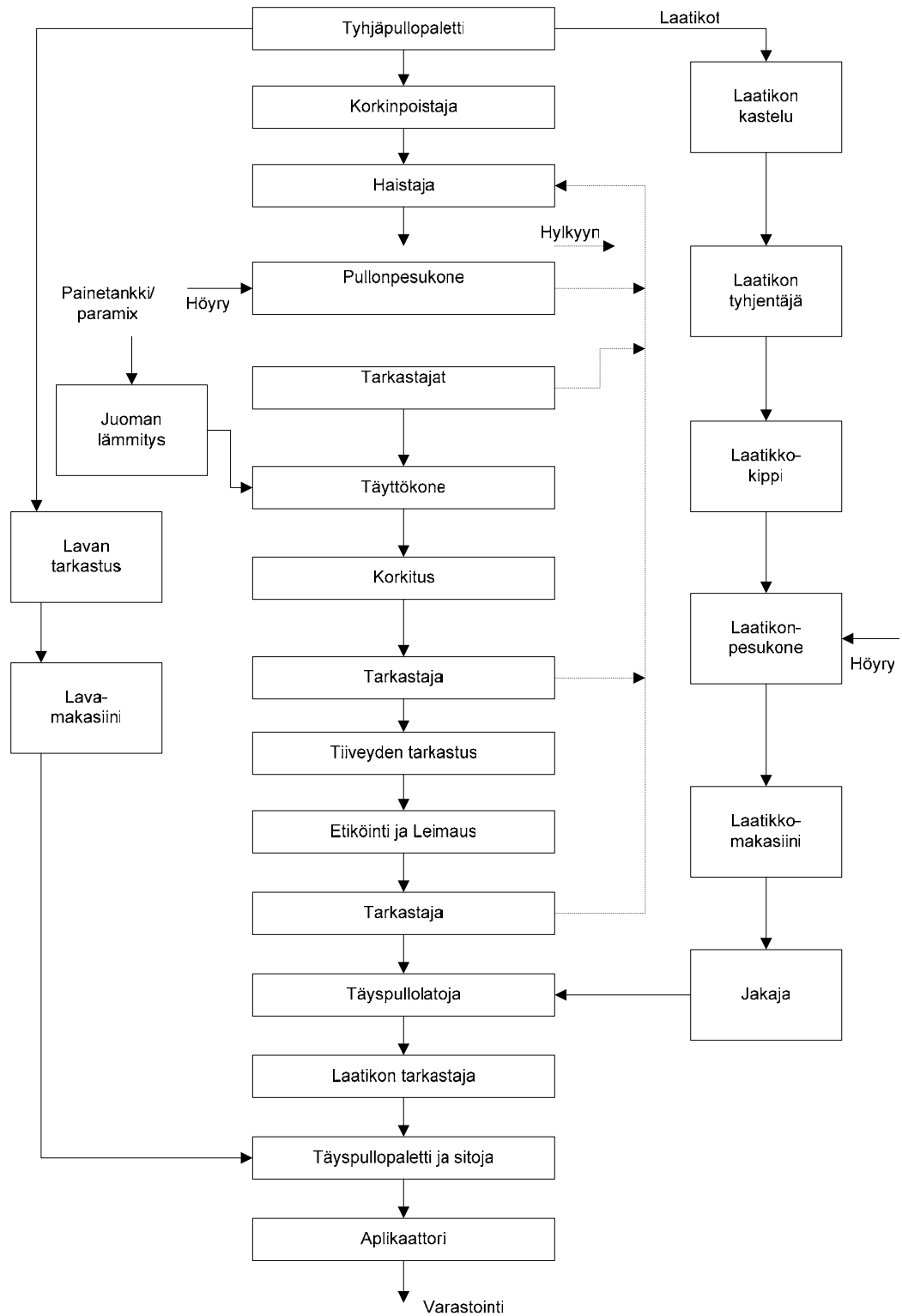
Täyttölinjalla 3 astioidaan 0,33 ja 0,5 litran olutta, siidereitä ja long drink -juomia lasipulloihin. Kapasiteetti on 0,33 litran pulloilla 52 000 pulloa tunnissa. Höyryä linjalla kuluttaa pullopesukone, laatikonpesukone, kennonpesukone ja suodattimen sanitoija.. Linjalta tuotteet tulevat joko koritavarana tai pakattuna 6 tai 12 pullon pahvipakettiin. Kuvassa 8 näkyy täyttölinja 3:n prosessikaavio. Kaaviossa näkyy lavojen, korien, kennolevyjen ja pullojen matka alusta loppuun.



Kuva 8. Täyttölinja 3:n prosessikaavio

3.3 Täyttölinja 4

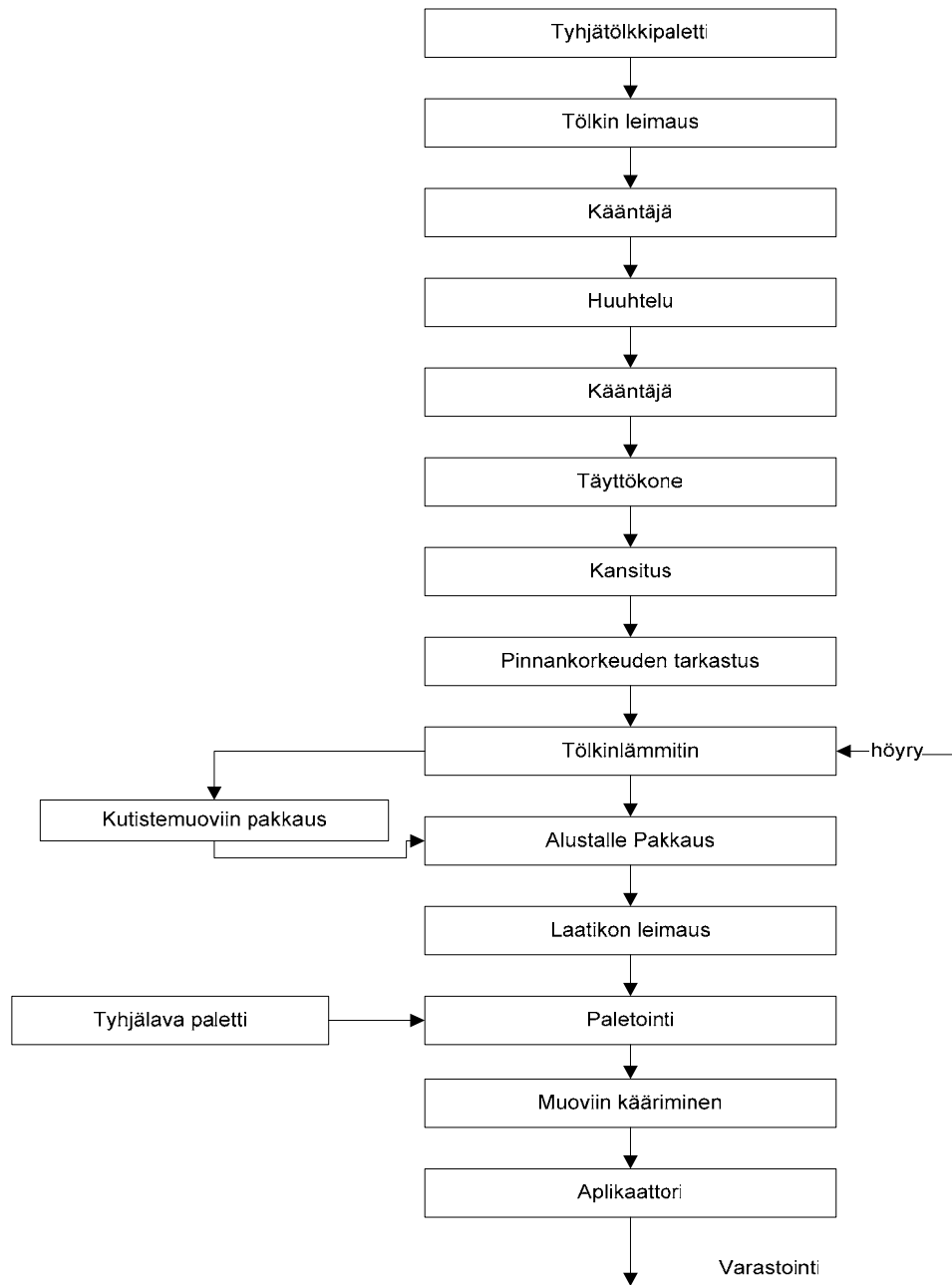
Täyttölinjalla 4 pullotetaan kivennäisvesiä, virvoitusjuomia ja siidereitä 0,5 litran, 1,0 litran ja 1,5 litran muovipulloihin. Höyrynkäyttäjiä linjalla ovat pullonpesukone ja laatikonpesukone. Pullonpesukone linjalla on melko uusi, joten se kuluttaa verraten vähän energiaa. Kuvassa 9 täyttölinja 4:n prosessikaavio, josta näkyy korien, lavojen ja pullojen kulku linjalla.



Kuva 9. Täyttölinja 4:n prosessikaavio

3.4 Täyttölinja 5

Täyttölinjalla 5 tölkitetään olutta, siideriä ja long drink -juomia. Pakkauskoko on joko 0,33 litraa tai 0,5 litraa. Linjan kapasiteetti on 28 000 puolen litran tölkkiä tunnissa ja 30 000 0,33 litran tölkkiä tunnissa. Linjalla höyryä käyttää tölkinlämmitin ja suodattimen sanitoija. Kuvas-
sa 10 on täyttölinja 5:n prosessikaavio. Tölkit pakataan laatikoihin joko irtonaisina tai pakat-
tuna kutistemuoviin.



Kuva 10. Täyttölinja 5:n prosessikaavio

3.5 Linja 7, erikoispakkauslinja

Erikoispakkauslinjalla ei pulloeta mitään vaan käsitellään jo valmiita tuotteita. Yleisimmin linjalla siirretään koritavara kennolevyylavalle. Erikoispakkauslinjalla pakataan kennolevyille 1,5 litran pulloja joko yksittäin tai kahden pullon paketeissa. 1,0 litran pullot pakataan yksittäisinä pulloina kennolevyille. Linjalla voidaan myös pakata 0,33 litran pulloja 6 ja 12 pullon paketteihin ja nostella ne kennolevyille. Höyryä käytetään ainoastaan kennonpesuun, eikä kennonpesu ole riippuvainen linjasta.

4 KÄYTETYT MENETELMÄT JA LAITTEET

Tässä luvussa kerrotaan, kuinka tulokset on määritetty sekä sähköenergian että höyryenergian suhteen.

4.1 Sähköenergian mittaus

Pätöteho on todellisuudessa kulutettu teho, eli pätöteho on varsinaista työtä tekevä teho. Joissakin laitteissa, kuten esimerkiksi moottoreissa ja muuntajissa tarvitaan pätötehon ohella myös loistehoa. Eli työn tekee pätöteho ja loistehoa tarvitaan ylläpitämään magneettikenttää. Sähkömittaukset suoritetaan dataloggereilla. Data loggeri mittaa vaihevirrat 1 ja 3 vaiheista sekä vaihejännitteet nollaa vasten. Mittaustieto menee mittamuuntajaan, joka antaa kahdesta kanavasta milliampeeritiedon. Toinen kanavista antaa kolmevaiheisen pätötehon milliampeeritiedon ja toinen kolmevaiheisen loistehon milliampeeritiedon. Mittaustulokset redusoidaan oikeelliseen suuruusluokkaan.[9] Saatuja tuloksia verrataan prosessiin ja tulokset analysoidaan muotoon kWh/litra.

Loistehontarvetta kuormituksessa kuvataan tehokertoimella $\cos\varphi$. $\cos\varphi$ lasketaan seuraavasti; ja kokonaisteho S lasketaan seuraavasti:

$$\cos\varphi = \frac{Q}{P}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

jossa

P =pätöteho (W)

S =näennäisteho (VA)

Q =loisteho (var)

$\cos\varphi$ =tehokerroin

Pätöteho voidaan laskea tehollisen jännitteen, tehollisen virran ja tehokertoimen $\cos\varphi$ tulona seuraavasti:

$$P = U * I * \cos \varphi$$

jossa

U =tehollinen jännite

I =tehollinen virta

4.2 Höryenergian mittaus

Pyrin määrittämään osan hörynkulutuksesta vertaamalla kokonaiskulutusta ja eri laitteiden ja linjojen käyttöaikoja keskenään. Työntekijät kirjasivat käyttämänsä höyryn aloitus- ja lopetusajat kone- ja laitekohtaisesti, jolloin sain tietää, minne höyryä milloinkin menee. Lisäksi lämmityshöyryputkessa on virtausmittari, jonka avulla pystyi vähentämään lämmitykseen kuuluneen höyryn muusta höyrystä. Eli näin onnistuin pois sulkemalla määrittämään höyryn kulutuksen osastoittain ja osittain myös jopa konekohtaisesti.

Konekohtaisia kulutuksia pyrin mittaamaan ultraääneen perustuvalla mittauksella. Mittasin lauhteen määrää ultraäänimittauksen avulla putken pinnasta, jolloin putkea ei tarvinnut katkaista mittaria asennettaessa. Ultraäänimittaus perustuu ultraäänen etenemiseen aineessa, joka virtaa. Ultraääni saadaan aikaan putken päälle asennettavilla antureilla. Vahvistinyksiköllä mitataan kulkuaikaero, mikä on verrannollinen virtausmäärään. Mittausmenetelmä ei kosketa virtaavaa ainetta, jolloin välttyään painehäviöltä ja väliaineen vaikutukselta mittausantureihin. [4],[7]

Mittarina toimii Fluxus ADM 6725, joka on vuokrattu Hantor-Measurement Ltd:ltä mittaus-ten ajaksi. Mittariin määritettiin tulevan höyrynpaine ja lämpötila. Lämpötilan kylläiselle höyrylle saa suoraan taulukosta, kun tietää höyrynpaineen. Olvilla verkoston paine on noin 9 bar:ia ja sitä on alennettu paineen alentimilla pääsääntöisesti 2 - 3,5 bariin ennen käyttökoh-teita. Lauhteen lämpötila saadaan mittarin omasta lämpötila-anturista ja putken seinämävah-vuus voidaan tarvittaessa mitata myös mittarilla. Mittari laskee tehon ja käytetyn energian,

jota voidaan suoraan hyödyntää, kun verrataan kulunutta höyryn määrää tuotettuihin litroi-
hin nähden. Mittarin mittatarkkuus on 1 - 3 %. [4]

Mittari vaatii väliaineekseen homogeenista, ääntä johtavaa nestettä, joka sisältää ainoastaan
vähäisen määrän (alle 2 %) kiintoainepartikkeleita ja ilmakuplia toimiakseen tarkasti. Ongel-
ma muodostuu, kun mitattava lauhde paisuntahöyrystyä ilman vastapainetta lauhdeputkessa,
mikä tulee vastaan keittolassa, täyttölinja 2:lla, cip 4:lla ja suodatuksessa, joissa lauhdeputken
pintakin lähentelee jo 100 astetta ja yli. Mittari vaatii myös, että putken tulee olla täynnä vet-
tä, eli jos lauhdetta ei kulje kuin putken seinämällä, ei mittaustulosta voi ottaa täysin vakavas-
ti. Joten asennus tulee aina pystyputkeen jotta saadaan koko ajan putken täydeltä lauhdetta,
vaikka virtausta ei välillä olisikaan. [7]

Osa kohteista lasketaan lämmitetyn veden määrästä kerrottuna tulevan ja lähtevän veden
lämpötilaerolla ja kaikki nämä kerrotaan veden ominaislämpökapasiteetilla.

$$Q = m * c_p * (t_s - t_r)$$

jossa

$$Q = \text{Lämpöenergia} \quad (\text{kJ/s} = \text{kW})$$

$$m = \text{massavirta} \quad (\text{kg/s})$$

$$c_p = \text{veden ominaislämpökapasiteetti} \quad (\text{kJ/kg}^\circ\text{C})$$

$$t_s = \text{lähtevä lämpötila} \quad (^\circ\text{C})$$

$$t_r = \text{tuleva lämpötila} \quad (^\circ\text{C})$$

Esimerkki 1. Lasketaan sanitoinnin kuluttama teho yhden sanitoinnin aikana, mikä sattuu
kestämään tunnin. Tunnin aikana massa virta on 193 kg/h, lämpötilan muutos 115 °C ja
veden ominaislämpökapasiteetti on 4,19.

$$m = 193 \text{ kg} / h = 193 / 3600 = 0,0536 \text{ kg} / s$$

$$\Delta t = 115^{\circ} C$$

$$c_p = 4,19 \text{ kJ} / \text{kg}^{\circ} C$$

$$Q = 0,0536 \text{ kg} / s * 4,19 \text{ kJ} / \text{kg}^{\circ} C * 115^{\circ} C = 25,8 \text{ kW}$$

Kun ultraäänimittarilla mitattuna sanitoinnin kuluttamaksi energiaksi saatiin 25,3 kWh/sanitointi, voidaan tuloksia pitää hyvinä.

5 SÄHKÖENERGIAN MÄÄRITYS KOHTEITTAIN

Sähkö on luonnollisesti tärkeä energian lähde panimoilla. Sähköllä tuotetaan valoa sekä saadaan energiaa moottoreiden pyörimiseen, mikä on panimon elinehto, jotta saadaan siirrettyä tarvittavat materiat paikasta a paikkaan b.[5, s.269] Olvi ostaa sähköenergian ulkopuoliselta toimittajalta. Taulukoissa esiintyvä vuosittainen kulutus on laskettu vuoden 2006 tuotetuista litroista linjoittain, kun ensin on määritetty joko laskemalla tai mittaamalla sähkönkulutus tuotettua litraa kohti. Mittaustuloksiin verrataan tuotantoprosessia, jolloin voidaan laskea litraa kohti kulunut energia. Prosenttiosuus kokonaiskulutuksesta on laskettu vuoden 2006 sähkön kokonaiskulutuksesta. Linjan teho mittaushetkellä tarkoittaa tehoa, mikä on saavutettu verrattuna linjan maksimitehoon. Aloitusteho on määritetty mittauksista. Aloitusteho on laskettu mukaan kokonaiskulutukseen olettaen, että ainoastaan viikonlopun jälkeen aloituksessa kuluu merkittävästi enemmän energiaa kuin välipesun jälkeen, kuten mittauksetkin sen osoittivat. Kokonaiskulutukseen aloitustehot on laskettu olettaen, että vuodessa tapahtuu 50 kappaletta viikonlopunjälkeisiä aloituksia.

5.1 Täyttölinja 3:n sähkönkulutus

Täyttölinja 3 mitattiin kahdesta paikkaa; toinen loggeri mittasi niin kutsutun märän pään eli sen osan linjasta, missä pullot pestään, tarkastetaan ja täytetään. Lisäksi tämä loggeri taltioi vanhan puolen koneet. Toisella loggerilla mitattiin robottiklusteri eli niin kutsuttu uusi puoli, missä energiaa vievät robotit ja muutama kuljetin. Robottipuolen mittaus jouduttiin uusimaan, joten mittaukset ovat eriaikaisia. Onneksi uuden mittauksen aikana kapasiteetti oli lähes sama. Taulukossa 1 näkyy täyttölinja 3:n kulutus ja prosenttiosuudet.

Taulukko 1. Täyttölinja 3:n sähkönkulutus

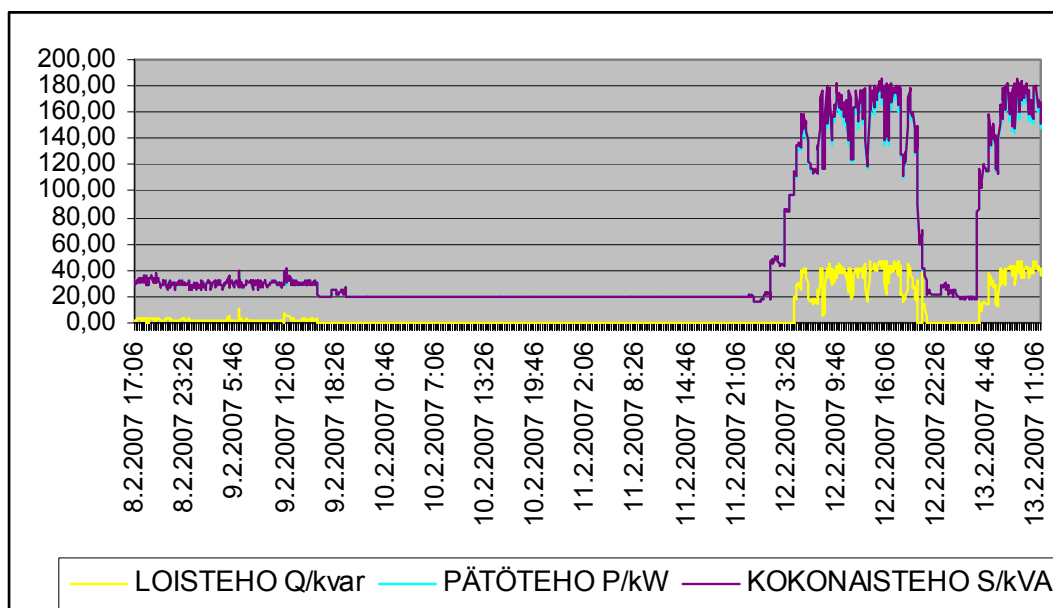
	märkääpää	kuivapää	yhteensä	aloitus
kWh/l	xxx	xxx	xxx	xxx kWh
Mwh/vuosi			xxx	xxx
% kokonaiskulutuksesta			xxx	
Linjan teho mittaushetkellä %			xxx	

5.2 Täyttölinja 4:n sähkönkulutus

Täyttölinja 4:n sähkönkulutus saatiin mitattua yhdestä paikasta. Taulukossa 2 näkyy linjan sähkönkulutus ja prosenttiosuudet. Kuvassa 11 näkyy linjan käyttämät tehot niin viikonloputta kuin alkuviiikosta.

Taulukko 2. Täyttölinja 4:n sähkönkulutus

	Yhteensä	Aloitus
kWh/litra	xxx	xxx kWh
Mwh/vuosi	xxx	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx	
Linjan teho mittaushetkellä %	xxx	



Kuva 11. Täyttölinja 4:n sähkötehot

5.3 Täyttölinja 5:n sähkönkulutus

Mittaus suoritettiin silloin, kun linjan tuotanto kuvasti kohtuullisen hyvin koko vuoden tuotantoa. Pystyimme erottelamaan sähkönkulutuksen irtotölkin ja monipakkauksen välillä. Monipakkauksessa tölkit pakataan yhteen kutistemuovin avulla. Kuvissa 12, 13 ja 14 näkyvät täyttölinja 5:n tehokäyrät. Kokonaiskulutus ja tehokerroin ovat omissa kuvissaan selkeyden vuoksi.

Mittausajanjaksolta sopivaksi tarkasteluväliksi muodostui 4. helmikuuta 2007 kello 20:16 – 8. helmikuuta kello 7:46. Kyseisellä ajanjaksolla pakattiin xxx litraa irtonaisina tölkkeinä laatikoihin, mikä oli 43 % mittausjakson tuotannosta. Kutistemuoviin pakattiin niin kutsuttuja monipakkauksia xxx litraa eli 57 % tuotannosta. Viime vuoden tilastojen mukaan ajettiin kuitenkin kutistemuoviin xxx % ja irtonaisina tölkkeinä xxx % koko linjan tuotannosta.

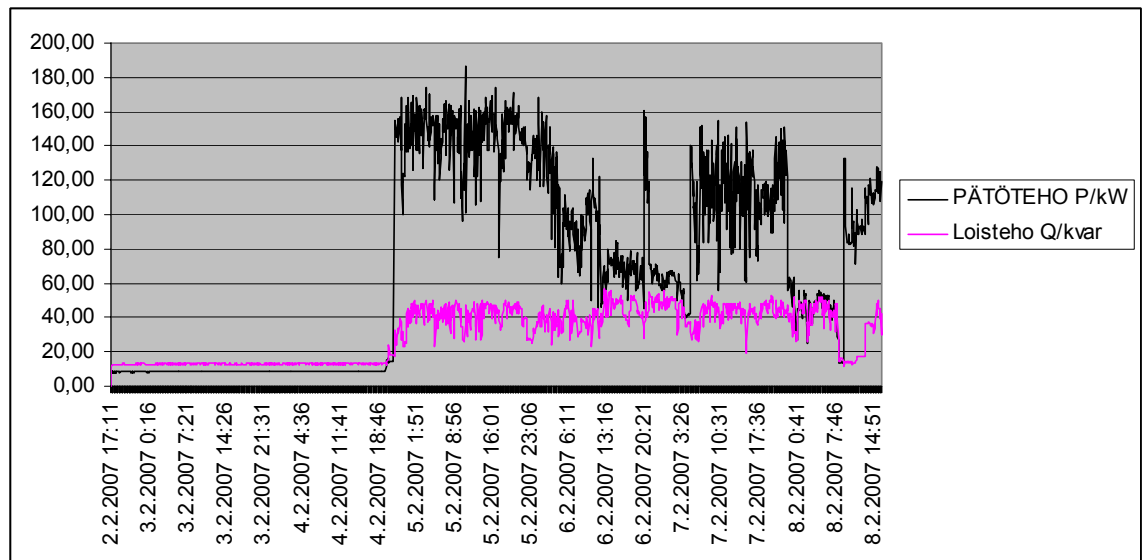
Oli tarpeen erotella kutistemuoviin pakattujen tölkkien ja irtonaisien tölkkien sähköenergian kulutusta, sillä kutistettaessa muovia tölkkien ympärille käytetään uunia, joka vie merkittävästi energiaa. Lisäksi eriteltynä on myös linjan käynnistykseen käytetty energia. Käynnistykseen käytettyä energiaa ei ole otettu huomioon laskettaessa irtonaisien ja monipakkauksien kuluttamaa energiaa, joten se tulee huomioida erikseen, mutta se on huomioitu kokonaiskulutuk-

sessä. Linja ajetaan ylös keskimäärin kaksi kertaa viikossa. Taulukossa 3 on esitetty sähkönkulutus jaoteltuna monipakkauksiin ja irtotölkkeihin. Taulukosta näkyy myös linjan kokonaiskulutus, linjan tarvitsema aloitusenergia ja prosenttiosuudet kokonaiskulutuksesta.

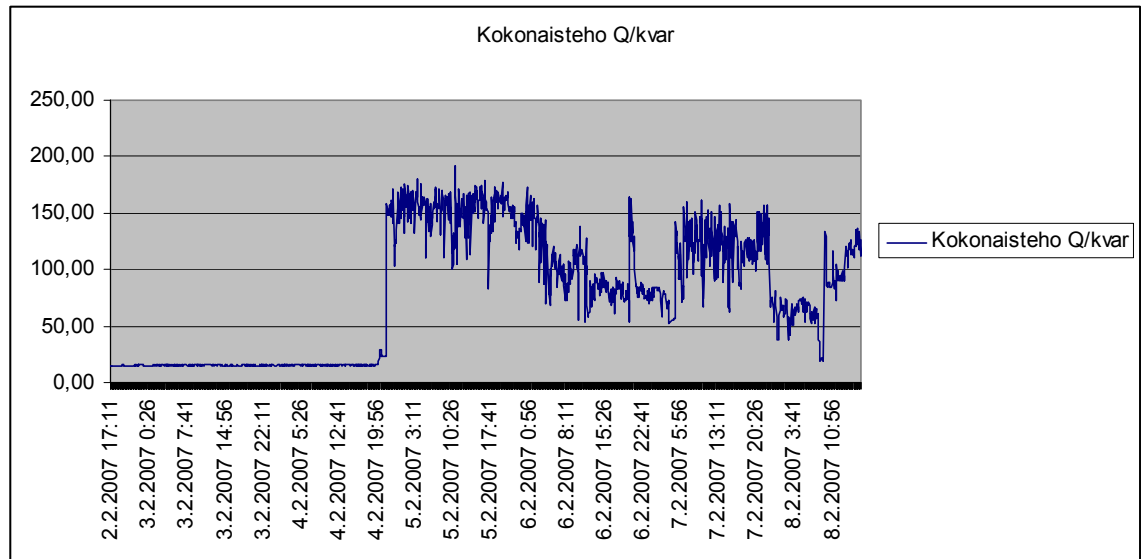
Taulukko 3. Täyttölinja 5:n sähkö energian kulutus/ litra

	Kutistemuoviin ajetus	Irtotölkkeinä	linjan kokonaiskulutus	Linjan aloitus
kWh/litra	xxx	xxx	xxx	xxx
MWh/vuosi			xxx	xxx
% kokonaiskulutuksesta			xxx	
Linjan teho mittaushetkellä %			xxx	

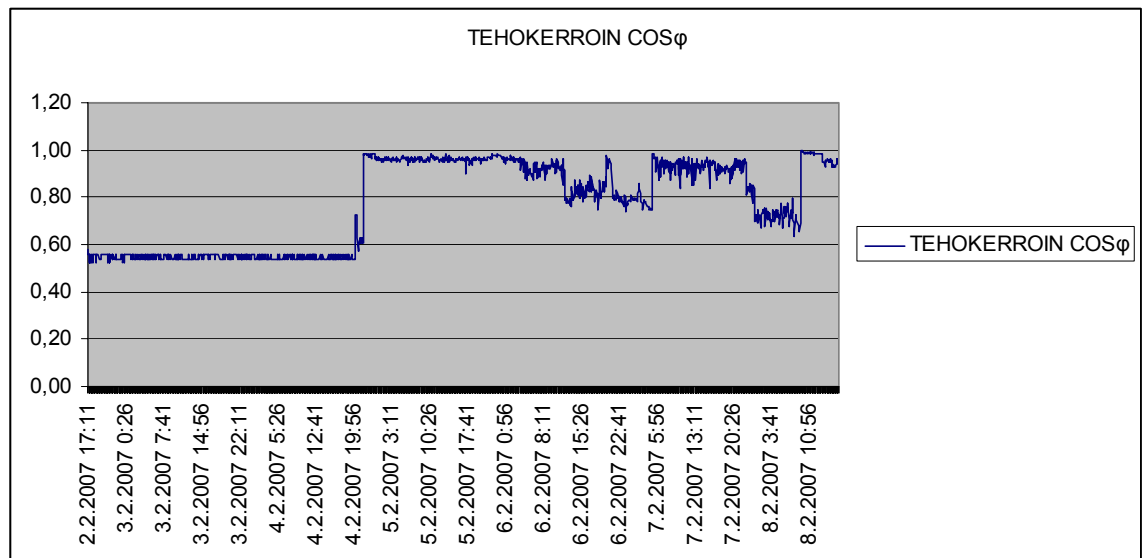
Kuten taulukosta näkyy kutistemuoviin pakatut tölkit kuluttavat huomattavasti enemmän energiaa, jopa 10 % enemmän.



Kuva 12. Täyttölinja 5:n päto- ja loistehon mittauskäyrät



Kuva 13. Täyttölinja 5 kokonaistehon mittauskäyrä



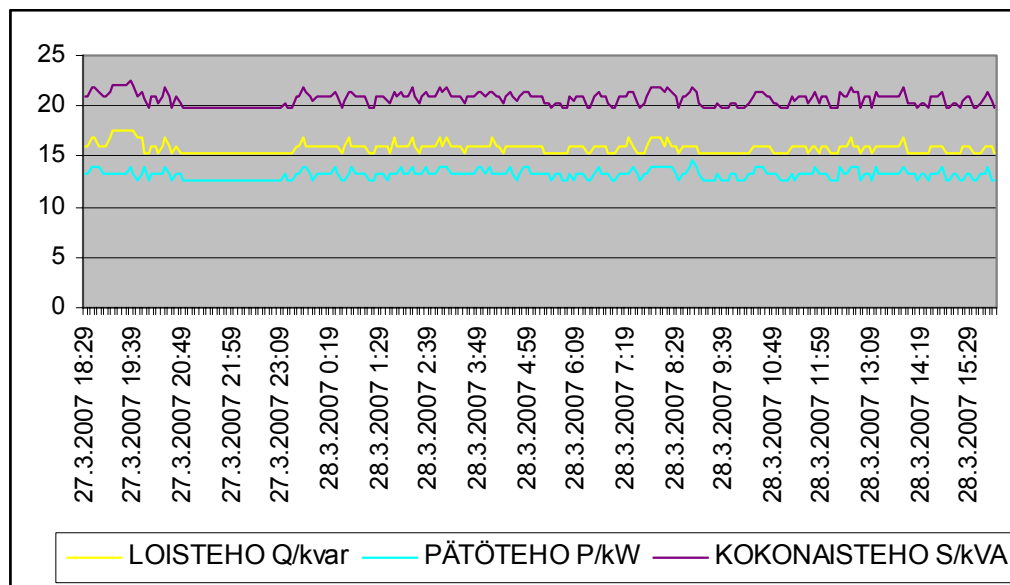
Kuva 14. Täyttölinja 5:n tehokerroin $\cos \varphi$

5.4 Erikoispakkauslinjan sähkönkulutus

Mittausajankohtana linjalla laitettiin 1,5 litran pulloja kennolevyille. Myös 1,0 litran pulloja voidaan käsitellä linjalla. Linjalla on myös 6 ja 12 pullon pakettikone, jonka käydessä kulutus on suurempaa. Kuva 15 kertoo erikoispakkauslinjan tehot. Taulukossa 4 näkyy käytetyt energiat ja prosenttiosuus kokonaiskulutuksesta.

Taulukko 4. Erikoispakkauslinjan sähkönkulutus

	yhteensä
kWh/l	xxx
MWh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx



Kuva 15. Erikoispakkauslinjan käyttämät tehot

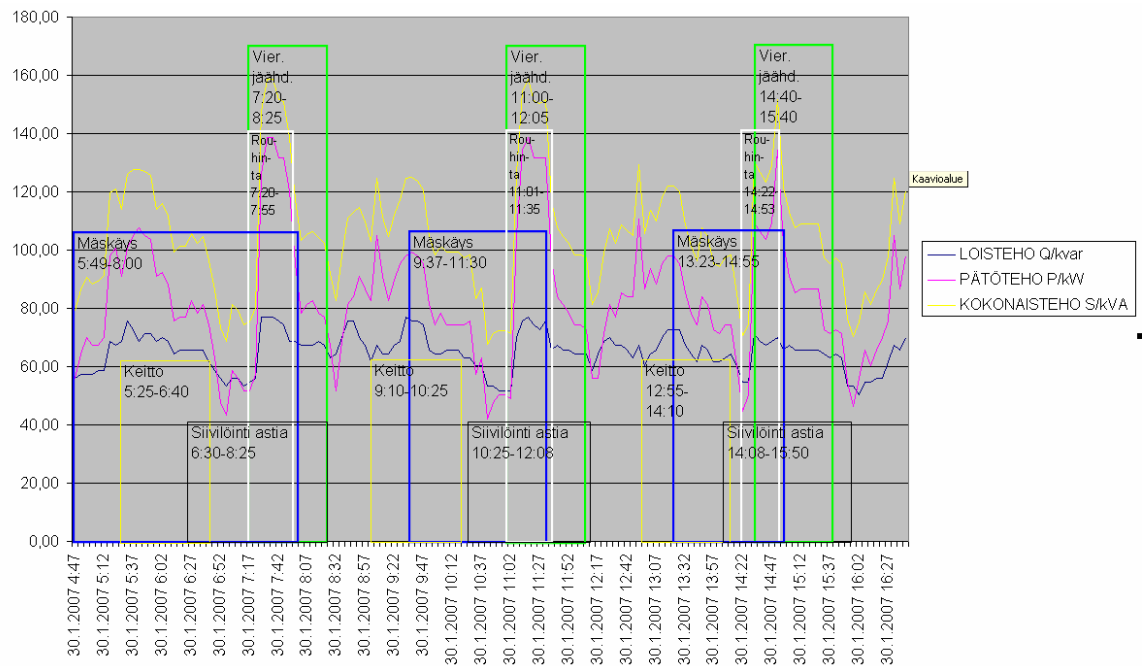
5.5 Keittämön sähkönkulutus

Tarkasteltavan mittausjakson aikana tapahtui 16 keittoa. Mittausjakso oli 28. tammikuuta kello 22:02 – 31. tammikuuta kello 17:52. Yksi keitto tarkoittaa noin xxx litraa valmista vierrettä. Taulukossa 5 näkyy keittämön käyttämä energia/litra ja prosenttiosuus koko kulutuksesta.

Kuvassa 14 näkyy hyvin eri vaiheiden vaikutus sähkönkulutukseen. Kuva 16 on aikaväliltä 30. tammikuuta kello 4:47 – 30. tammikuuta kello 16:27 ja siinä tapahtuu kolme keittoa.

Taulukko 5. Keittämön sähköenergiankulutus/litra

kWh/l	xxx
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutus	xxx



Kuva 16. Keittämön sähkönkulutus eri vaiheissa

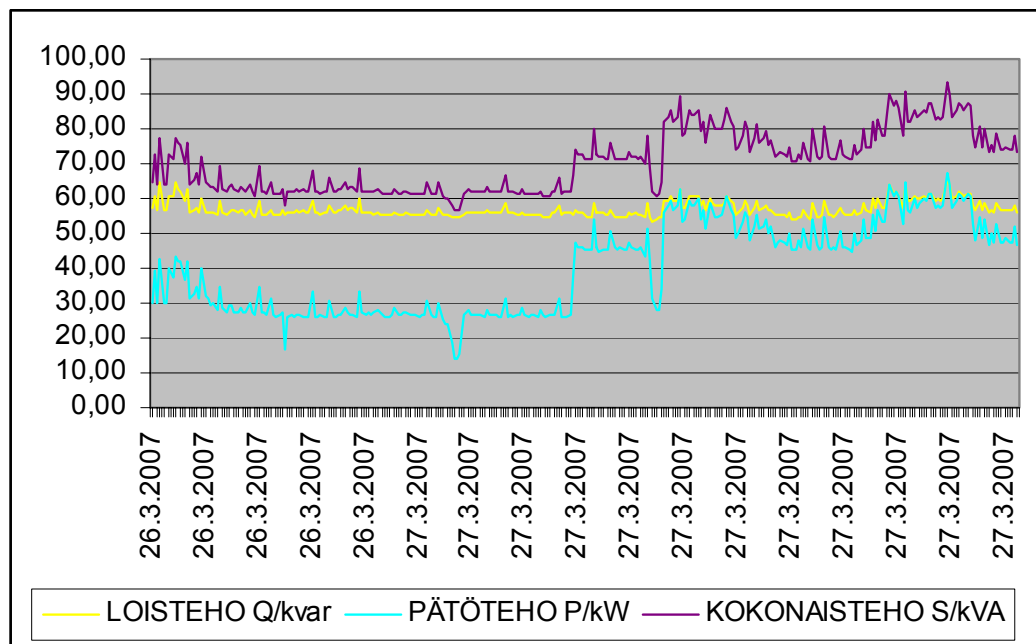
Kuvassa näkyy, että vierteen jäähdytys ja rouhinta alkavat lähes samanaikaisesti, ja molemmat käyttävät suuritehoisia sähkömoottoreita, joten tehopiikki syntyy näiden tarvitsemasta energiasta.

5.6 Suodatusosaston sähkönkulutus

Suodatusosastolta ei mitattu kuin separaattorin ja Aerex-vesijärjestelmän sähkönkulutukset. Suodatuksessa ei kokonaisuutena mene yli 5 prosenttia kokonaiskulutuksesta. Taulukoissa 6 ja 7 näkyy sähkönkulutukset. Aerexin kuluttama vuosittainen energia on laskettu sen mukaan, että vuodessa valmiiseen olueen menee noin xxx miljoonaa litraa hapetonta vettä ja siideriin noin xxx miljoonaa litraa. Kuvissa 17 ja 18 näkyy separoinnin ja Aerexin ottamat lois-, pätö- ja kokonaistehot.

Taulukko 6. Separoinnin sähkönkulutus

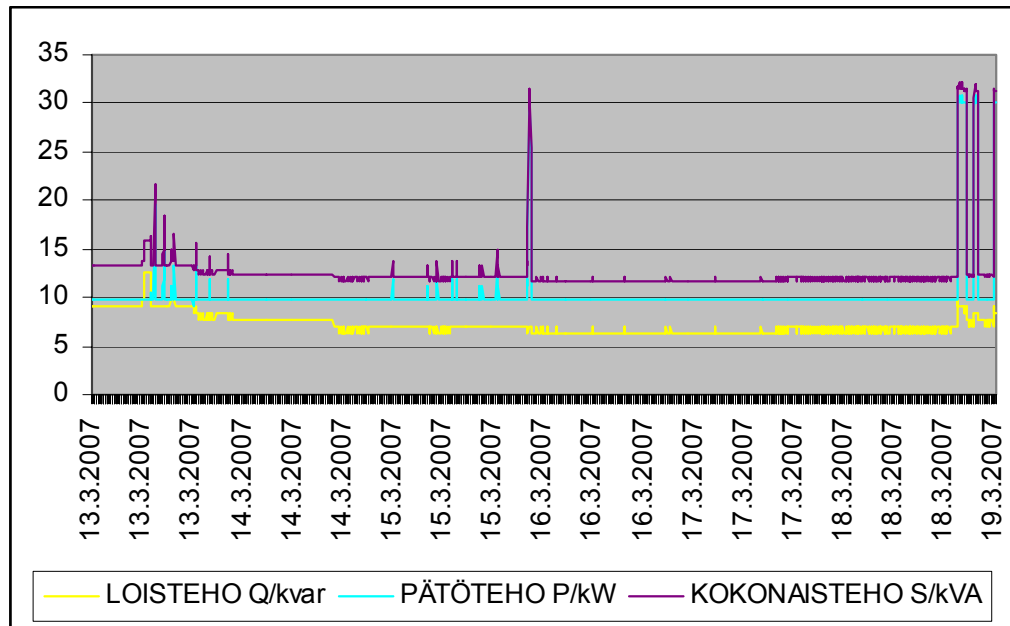
	yhteensä
kWh/separoitu litra	xxx
MWh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx



Kuva 17. Separaattorin käyttämät tehot

Taulukko 7. Aerexin sähkönkulutus

	yhteensä
kWh/litraa hapetonta vettä	xxx
MWh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx



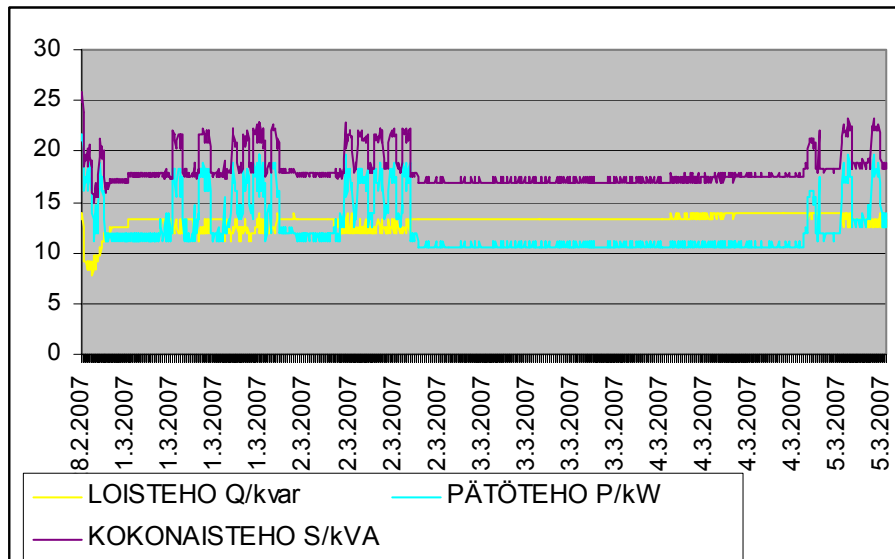
Kuva 18. Aerexin käyttämät tehot

5.7 Otsonaattorin sähkönkulutus

Otsonaattorin sähkönkulutus on rinnastettu täyttölinja 4:n valmistuneisiin litroiin, koska otsonoitu vesi menee linjalle 4. Taulukossa 8 on otsonoinnin kulutukset. Kuvassa 19 näkyy otsonaattorin sähkötehot.

Taulukko 8. Otsonaattorin sähkönkulutus

	yhteensä
kWh/Linja 4:lla tuotettu litra	xxx
MWh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx
Linja 4:n teho mittaushetkellä %	xxx



Kuva 19. Osonaattorin sähkötehot

5.8 Kellarin sähkönkulutus

Katsoimme parhaaksi työn ohjaajan kanssa olla huomioimatta kellarin sähkönkulutusta sen tarkemmin, koska siellä on ainoastaan muutama pienitehoinen siirtopumppu ja niiden osuus kokonaiskulutuksesta jäisi olemattomaksi.

6 HÖYRYENERGIAN MÄÄRITYS KOHTEITTAIN

Höyryllä on tärkeä rooli panimoteollisuudessa. Höyrytekniikan tavoitteena on polttoaineella saatavan lämmön hyväksikäyttö väliaineen tilanmuutoksen avulla. Yleisin ja Olvillakin käytetty väliaine on vesi. [8, s.7] Höyryä käytetään muun muassa keittämiseen, puhdistamiseen, nesteiden lämmittämiseen sekä kiinteistöjen lämmitykseen. Kylläisen höyryn lämpötila voidaan määrittää, jos paine tiedetään ja päinvastoin.[2, s.175, s.179] Keittoprosessissa höyryn avulla syntynyt lämpö lämmittää myös suurimman osan koko talon käyttövedestä. Teollisuuslaitoksissa, joissa prosessi tarvitsee kylläistä höyryä, samalla höyrykattilalla tuotetaan myös tehtaan tarvitsema lämmitysenergia. [6, s.169] Taulukoissa esiintyvä vuosittainen kulutus on laskettu vuoden 2006 tuotetuista litroista linjoittain, kun ensin on määritetty joko laskemalla tai mittaamalla höyrynkulutus tuotettua litraa kohti. Mittaustuloksiin verrataan tuotantoprosessia, jolloin voidaan laskea litraa kohti kulunut energia. Prosenttiosuus kokonaiskulutuksesta on laskettu vuoden 2006 höyryn kokonaiskulutuksesta. Linjan teho mittaushetkellä tarkoittaa tehoa, joka on saavutettu verrattuna linjan maksimitehoon. Aloitusteho on määritetty mittauksista. Aloitusteho on laskettu mukaan kokonaiskulutukseen olettaen, että ainoastaan viikonlopun jälkeen aloituksessa kuluu merkittävästi enemmän energiaa kuin väli-pesun jälkeen, kuten mittauksetkin sen osoittivat. Kokonaiskulutukseen aloitustehot on laskettu olettaen, että vuodessa tapahtuu 50 kappaletta viikonlopunjälkeisiä aloituksia.

6.1 Lämmityshöyrynkulutus

Mittausajanjaksolla (helmi-maaliskuun vaihde) lämmityshöyry vei kokonaiskulutuksesta ajon aikana xxx prosenttia, kokoviikon aikana (la - la) xxx prosenttia ja viikonloppuna noin xxx prosenttia. Viikonloppuna vesihuolto lämmittää tarvittaessa vettä, joten sen seurauksena lämmityshöyry ei vie 100 prosenttia viikonlopun kokonaiskulutuksesta.

6.2 Täyttölinja 2:n höyrynkulutus

Linja 2:n höyrynkulutus jouduttiin määrittämään arvioimalla, sulkemalla kokonaiskulutuksesta saadut mittaustulokset muista kohteista. Lauhde höyrystyy putkessa eikä täten käytössä

olleella mittarilla voinut mitata linjan höyrynkulutusta. Jonkinlaisia viitteitä kulutuksesta saatiin, kun mitattiin lauhdeveden keräysastialta kulutus ja vähennettiin siitä muut kohteet, joista lauhde tulee samaan keräysvesiastiaan. Lisäksi apuna määrittelyssä oli höyrynsurantataulukko. Taulukossa 9 on määritetty täyttölinja 2:n höyrynkulutus. Taulukossa näkyy myös linjan vuosittainen kulutus, prosenttiosuus kokonaiskulutuksesta ja linjan teho.. Sanitointia ei ole huomioitu kokonaiskulutuksessa.

Taulukko 9. Täyttölinja 2:n höyrynkulutus

	yhteensä
kWh/l	xxx
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx
Linjan teho mittaushetkellä %	xxx
Sanitointi kerta kWh	xxx

6.3 Täyttölinja 3:n höyrynkulutus

Täyttölinja 3:lla höyryä käyttää pullonpesukone, laatikonpesukone, kennonpesukone ja suodattimen sanitoija. Täyttölinja 3:lla mittaaminen on mahdotonta käytössä olevilla laitteilla, sillä lauhde höyrystyy putkistossa ja laatikko- ja kennopesurin lauhde menee pesuveden joukkoon. Kulutetun energian arvioin höyryn seurantalomakkeesta. Viikonlopunjälkeinen aloitus vie huomattavan osan koko linjan höyryenergiasta, kuten taulukosta 10 näkyy.

Taulukko 10. Täyttölinja 3:n höyrynkulutus

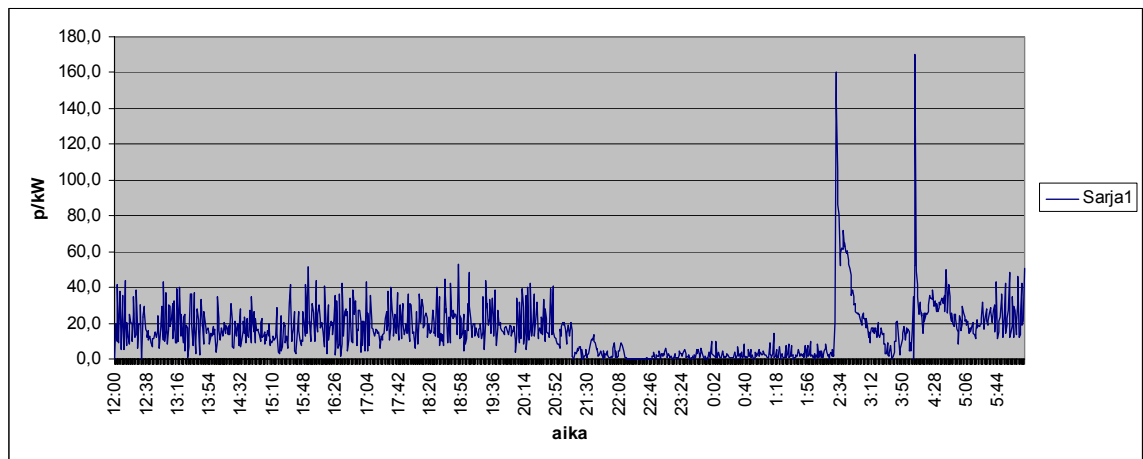
	yhteensä	aloitus
kWh/l	xxx	xxxkWh
Mwh/vuosi	xxx	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx	
Linjan teho %	xxx	
Sanitointi kerta kWh	xxx	

6.4 Täyttölinja 4:n höyrynkulutus

Täyttölinja 4:lla höyryä käyttää pullonpesukone ja laatikonpesukone. Linjan todellinen kapasiteetti puolen litran vesiä ajettaessa on noin xxx pulloa tunnissa. Mittausjaksolla kapasiteetti oli noin xxx pulloa tunnissa eli jäitiin hieman normaalista. Linjan tehokkuus mittausajankohdaksi oli noin 51 %:ia. Mittausajanjakso kesti noin 6 tuntia. Taulukossa 11 näkyy täyttölinjan höyrynkulutus. Kuvassa 20 näkyy höyryntehon mittauskäyrä. Käyrästä huomaa, miten suuren piikin aloitus aiheuttaa höyrynkulutukseen. Myös viikonloppuna on ollut pientä kulutusta.

Taulukko 11. Höyrynkulutus täyttölinja 4:lla

	yhteensä	aloitus
kWh/l	xxx	xxxkWh
Mwh/vuosi	xxx	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx	
Linjan teho mittaus hetkellä %	xxx	



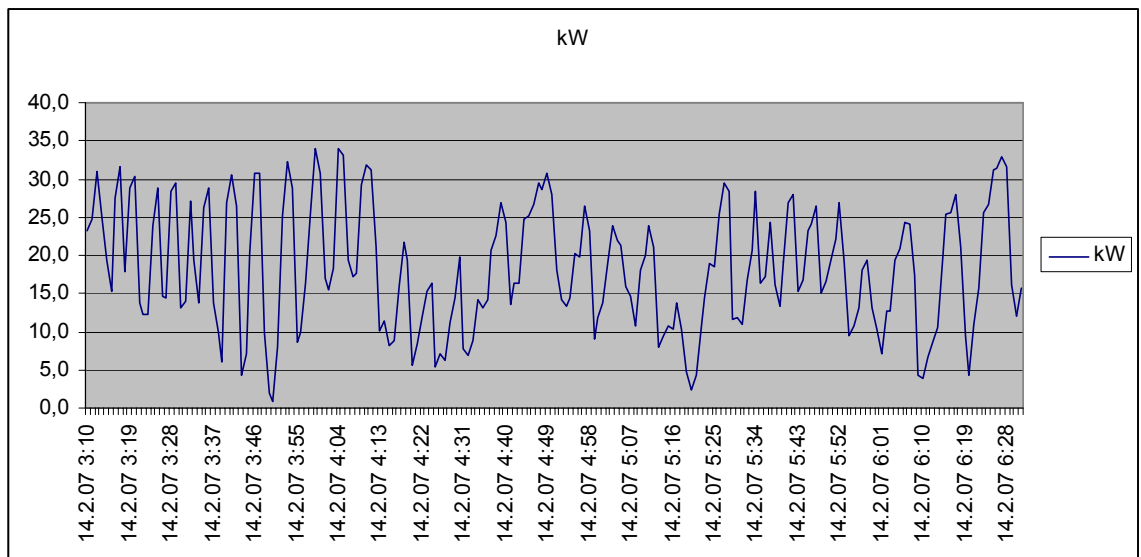
Kuva 20. Täyttölinja 4:n höyrynkulutus

6.5 Täyttölinja 5:n höyrynkulutus

Täyttölinja 5:lla höyryä käyttää tölkinlämmitin ja suodattimen sanitointi. Sopiva mittausjakso oli vaikea löytää, sillä mittaus aikana oli täyttölinja 5:lla ongelmia, eikä totuudenmukaista aikaa meinannut löytyä. Sopivin mittausajankohta kesti 3 tuntia 20 minuuttia, jolloin saavutettiin linjan normaali teho eli noin 70 %. Taulukossa 12 näkyy täyttölinja 5:n kuluttama höyryenergia ja prosenttiosuudet, sanitointeja ei ole otettu huomioon kulutuksessa. Kuvassa 21 näkyy tölkinlämmittimen ottama teho.

Taulukko 12. Höyrynkulutus täyttölinja 5:lla

	yhteensä	aloitus
kWh/l	xxx	xxxkWh
Mwh/vuosi	xxx	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx	
Linjan teho mittaushetkellä %	xxx	
Sanitointi kerta kWh	xxx	



Kuva 21. Täyttölinja 5:n viemä höyryteho

6.6 Linja 7:n höyrynkulutus

Linja 7:lla ei höyryä kuluta kuin kennopesuri ja sen tuntikulutus näkyy taulukossa 13.

Taulukko 13. Linja 7:n höyrynkulutus

	yhteensä
1h kennonpesua kuluttaa (kWh)	xxx

6.7 Keittämön höyrynkulutus

Keittämön höyrynkulutus jouduttiin määrittämään arvioimalla sulkemalla kokonaiskulutuksesta saadut mittaustulokset muista kohteista. Keittämön lauhde höyrystyy putkessa eikä täten käytössä olleella mittarilla voinut mitata keittolan höyrynkulutusta. Taulukossa 14 näkyy keittämiseen ja mäskäykseen kulunut höyryenergia ja taulukossa 15 näkyy vesihuollon viemä höyryenergia. Vesihuollon kWh/litra tarkoittaa kWh/lämmitettyvesi litra.

Taulukko 14. Keiton ja mäskäyksen kuluttama höyryenergia

	yhteensä
kWh/litraa vierrettä	xxx
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

Taulukko 15. Vesihuollon kuluttama höyryenergia

	yhteensä
kWh/l	xxx
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

6.8 Suodatusosaston höyrynkulutus

Taulukossa 16 näkyy suodatuksen suodattimen sanitoinnin kuluttama energia. Patruunasuodattimen sanitointia ei ole huomioitu kokonaiskulutukseen. Taulukossa 17 näkyy Aerexin kuluttama höyry valmistettaessa hapetonta vettä.

Taulukko 16. Suodatusosaston suodattimen sanitointi

	yhteensä
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx
patruunasuodattimen sanitointi kerta kWh	xxx

Taulukko 17. Aerexin käyttämä höyryenergia

	yhteensä
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

6.9 Mehuttamon höyrynkulutus

Mehuttamo kuluttaa höyryä ainoastaan pesuihinsa, jolloin käytetty höyryn energia on vähäistä, ja ne on huomioitu cip 2:n kulutuksessa.

6.10 Kellarin höyrynkulutus

Kellari kuluttaa höyryä ainoastaan pesuihinsa, ja ne on huomioitu cip 1:n kulutuksessa. Viiniveden lämmitys tapahtuu keittolan vesihuollosta. Viiniveden lämmitys ottaa xxx kW:n tehon, kun vesi joudutaan lämmittämään kylmästä vedestä.

6.11 Hiilidioksidin tarvitsema höyryenergia

Taulukossa 18 näkyy CO₂:n tarvitsema höyryenergia.

Taulukko 18. CO₂ käyttämä höyryenergia

	yhteensä
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

6.12 Cip 1:n höyrynkulutus

Cip 1:n höyrynkulutus on mitattu. Höyrynkulutus pesua kohti on keskiarvo eri pesuista. Pesukerrat vuodessa on arvioitu viikon kulutuksesta. Taulukossa 19 on esitetty tulokset.

Taulukko 19. Cip 1 höyrynkulutus

	yhteensä
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

6.13 Cip 2:n höyrynkulutus

Cip 2:n höyrynkulutus mitattiin ja keskiarvona kaikista pesuista saatiin vuosikulutus. Taulukossa 20 on esitetty tulokset.

Taulukko 20. Cip 2:n höyrynkulutus

	yhteensä
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

6.14 Cip - keittämön höyrynkulutus

Cip - keittämön höyrynkulutusta ei saatu mitattua. Perustimme nämä arvot cip 1:n ja cip 2:n kulutukseen ja totesimme, että ne ovat lähelle toisiaan. Taulukossa 21 on esitetty arvioitu höyrynkulutus.

Taulukko 21. Cip - keittämön höyrynkulutus

	yhhteensä
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

6.15 Cip 4:n höyrynkulutus

Cip 4:n höyrynkulutusta ei myöskään saatu mitattua Perustimme nämä arvot cip 1:n ja cip 2:n kulutukseen ja totesimme, että ne ovat lähelle toisiaan. Taulukossa 22 on esitetty arvioitu höyrynkulutus.

Taulukko 22. Cip 4:n höyrynkulutus

	yhhteensä
Mwh/vuosi	xxx
% kokonaiskulutuksesta	xxx

7 TULOSEN TARKASTELU

Tulokset on saatu joko mittaamalla, laskennallisesti tai arvioimalla. Virhettä tuloksiin aiheuttaa mittauslaitteiston epätarkkuus, arviointi-, mitta- ja mittausvirheet. Lisäksi linjojen aloitukset ovat joka kerta hieman erilaisia johtuen erilaisista työtavoista. Tuloksia tarkastelemalla saadaan höyryn kokonaiskulutus ja sen jakaantuminen tuotantoprosessissa. Sähkönkulutus tuotantoprosessissa on noin 18 % kokonaiskulutuksesta, joten sen merkitys panimon sähkönkulutuksessa on verraten pientä. Yleisesti teollisuuden sähkönkulutuksesta 20 prosenttia kuluu pumppaukseen. Edullisin tapa säästää on mitoittaa pumppu oikein jo investointitilanteessa. Täytyy muistaa, että pumpun käyttöikä on alle 12 vuotta, ja sitä vanhemmat pumput voivat kuluttaa huomattavasti enemmän energiaa. Kuristussäädöt tulisi saada mahdollisimman vähäisiksi ja vaihtaa ne kierroslukusäätöiseksi, varsinkin kun taajuusmuuttajat ovat halventuneet huomattavasti.[10]

7.1 Sähkönkulutus tuotantoprosessissa

Sähkönkulutuksesta panimolla menee yli 80 % muualle kuin tuotantoprosessiin, joten säästötoimenpiteitä ajatellen säästöt tulee ensisijaisesti hakea muualta. Suuria sähkönkuluttajia tehtaalla ovat mm. kiinteistön ylläpito, paineilma, kylmälaitos ja höyrylaitos.

7.1.1 Täyttölinja 3:n sähkönkulutus

Täyttölinja 3 kuluttaa noin xxx prosenttia kokonaiskulutuksesta, mikä on paljon verraten muihin tuotantolinjoihin. Mutta linjalla ajetaan pullotettu tavara koriin ja kennolevyille, joten käsiteltäviä kohteita on paljon. Jos robottipuolta ei lasketa kulutukseen, linjan prosenttiosuus laskee xxx prosenttiin kokonaiskulutuksesta. Linjan tehokkuus mittaushetkellä on ollut xxx prosenttia, mikä on normaalia parempi, joten sähkönkulutus ei pienene litraa kohti vaikka ajettaisi suurempia tuotantoeriä. Suuri prosenttiosuus selittyy linjan suuresta tuotantomäärästä muihin linjoihin verrattuna. Säästöjä suunniteltaessa pitäisi mitata yksittäisiä kohteita, jotka etukäteen ajatellen ovat suuria kuluttajia ja hakea sitä kautta säästökohteita. Nyt mitatuista

tuloksista ei yksittäisiä kuluttajia oikein voi määrittää. Säästöä haettaessa kannattaa linjan kulutukseen kiinnittää huomiota ja tutkia asiaa tarkemmin.

7.1.2 Täyttölinja 4:n sähkönkulutus

Täyttölinja 4 vie odotetusti vähemmän energiaa kuin täyttölinja 3, noin puolet vähemmän. Mielestäni linjan tulevaisuutta ajatellen ei kannata muuttaa mitään, jos mitään yksittäisiä pikkujuttuja ei tule ilmi, millä säästettäisi energiaa. Linjan teho mittaushetkellä oli xxx prosenttia, mikä on normaali teho linjalle. Linjalla on todella paljon tuotevaihtoja. Siirryttäessä ajamaan suurempia tuotantoeriä kerrallaan säästöä kertyisi hieman. Mielestäni linjalla sähkönkulutus on vähintäänkin kohtuullisen pieni, joten mielestäni ei kannata tarkastella asiaa enempää.

7.1.3 Täyttölinja 5:n sähkönkulutus

Täyttölinja 5:n sähkönkulutus on suuri. Suurimman tehon vie kutistemuovin vaatima uuni. Jatkossa tulisi yrittää myydä enemmän yksittäisiä tölkkejä tai niin kutsuttuja matkalaukkuun pakattuja tölkkejä, jottei tarvitsisi pakata tölkkejä kutistemuoviin. Linjalla kannattaisi ajaa myös suurempia tuotantomääriä, jolloin uusia ylösajoja ei tarvitsisi ajaa niin useasti. Mittaushetkellä irtotölkin ja kutisteeseen pakatun tölkin suhde tuotannosta oli noin xxx, kun se normaalisti on (vuonna 2006) xxx. Siinä yksi selitys ehkä hieman normaalia korkeammalle kulutukselle, ja se tulee ottaa huomioon laskettaessa tuloksista kulutuksia. Linjan sähkönkulutusta kannattaa tutkia tarkemmin, sillä kun tulevaisuudessa litrat kasvavat merkittävästi, tulee pienestäkin sähkön säästöstä per litra suuri säästö vuodessa. Sähkönkulutus kokonaiskulutuksesta on verraten pientä johtuen vielä toistaiseksi pienistä litramääristä vuodessa.

7.1.4 Erikoispakkauslinjan sähkönkulutus

Erikoispakkauslinjan sähkönkulutus on todella pientä ajettaessa joko 1,5 litran tai 1,0 litran pulloja kennolevyille. Kokonaiskulutuksesta xxx prosenttia. Jos linjalla ajetaan 6 tai 12 pullon pakettia olisi kulutus suurempi, mutta sitä ei lähdetty erikseen mittaamaan, koska tiedettiin

pakettikoneen poistuvan linjalta. Mielestäni ei kannata kiinnittää erityistä huomiota linjan sähkönkulutukseen.

7.1.5 Keittämön sähkönkulutus

Keittämön sähkönkulutus oli yllättävän pieni jopa hieman alle xxx prosenttia kokonaiskulutuksesta. Kuten tuloksista näkyy suurempia kuluttajia ovat pumpput jotka siirtävät suuria määriä vierrettä vaiheesta toiseen. Aina kun pumppu käynnistyy jossakin vaiheessa nousee kulutus huomattavasti. Suurin kuluttaja on vierteenjäähdytys. Energian tapahtumassa vie suuritehoinen pumppu, joka siirtää keitetyn vierteen jäähdytykseen. Myös rouhinta vie paljon energiaa. Lisäksi kaksi suurinta kuluttajaa, rouhinta ja vierteenjäähdytys, toimivat lähes samanaikaisesti syntyy tehopiikkejä aina kun kyseiset toiminnot käynnistyvät. Keittämön pieni kulutus ei mielestäni tarvitse sen tarkempaa tarkastelua. Jos halutaan kuitenkin pienentää vielä kulutusta tulee tarkastelussa kiinnittää huomiota edellä mainittujen piikkien pienentämiseen. Kannattaa tarkastella vaihtoehtoisia pumppuja ja tarkkailla pumppujen käyttöiä, sillä uusi pumppu voi olla huomattavasti vähemmän energiaa kuluttava kuin vanha. Luvun alussa käsitelty pumppuja hieman tarkemmin.

7.1.6 Suodatuksen sähkönkulutus

Suodatuksen sähkönkulutuksessa on huomioitu ainoastaan separaattorin ja Aerexin käyttämä sähköenergia. Kulutus on pieni näiden osalta eikä koko suodatusosaston kulutus voi olla paljoa suurempi, sillä vain muutama pumppu kuluttaa energiaa edellä mainittujen lisänä.

7.1.7 Otsonaattorin sähkönkulutus

Kulutus on myös täällä pientä. Mielestäni otsonaattori on tarvittavan tehokas eikä toimenpiteitä tarvitse tehdä.

7.2 Höyrynkulutus tuotantoprosessissa

Höyrynkulutus on suurimmillaan lämmityksessä, keittämössä, vesihuollossa ja täyttölinja 3:lla. Lämmityksen osalta säästötoimenpiteet on jo tehty, ja keittämön höyrynkulutusta ei juurikaan voi vähentää. Vesihuollon osalta kuumanvedenkäyttöä pitäisi vähentää energian säästämiseksi. Täyttölinja 3 ei ole täysin kunnossa höyrynkäytön suhteen, höyryä menee huomattavasti enemmän kuin pitäisi. Muut höyrynkuluttajat ovat pieniä kuluttajia, yhteensä vain xxx prosenttia kokonaiskulutuksesta, mutta ne on määritelty työssä. Tuotantoprosessin höyrynkulutus on mielestäni aika hyvin jo nyt optimaalista, eikä suuria säästöjä sen tiimoilta voi hakea johtuen lähinnä keittolan tilanteesta.

Höyrynkäyttö vähenee merkittävästi, kun siirrytään kaukolämpöön kiinteistön lämmityksessä. Lämmitys vie jopa xxx prosenttia höyryn kokonaiskulutuksesta, joten täältä on haettava suurin säästö.

7.2.1 Keittämön höyrynkulutus

Keittämön kuluttama vuosittainen höyryenergian suuruus johtuu suurista litramääristä, joita lämmitetään niin mäskäyksessä kuin keitossakin vierreten valmistuksessa. Osittain kulutusta voi perustella myös tehottomilla lämmönvaihtimilla. Lämmönvaihtimien tehottomuus tuli ilmi mittauksen aikana, kun lauhdevesi oli kiehuva eli lauhde höyrystyy paineettomassa tilassa. Kuitenkin kun puhutaan useista kymmenistä miljoonista litroista vierrettä vuodessa, on energiantarve auttamatta suuri. Ja kun aloitettaessa lämmitetään vettä, joka on noin 6 asteista ja loppuvaiheissa vierretenlämpötila on yli 100 asteista, on selvää että energian kulutus on suurta. Kuten taulukosta aiemmin selvisi, keittämö kuluttaa mäskäykseen ja keittoon jopa xxx %:ia kokonaiskulutuksesta, on selvää että säästöjä höyrynkulutukseen tulisi hakea myös täältä. Tulisi tutkia voisiko keittämön lämmönvaihtimia vaihtaa tehokkaampiin. Alustavien kyselyiden pohjalta sain ymmärtää, että keittämön lämmönvaihtimille ei voi sijaintiensa vuoksi tehdä mitään, joten siellä ei ole nykyisen keittämön aikana juurikaan mahdollista hakea säästöjä. Mielestäni kannattaisi tutkia, voisiko keitto aikaa laskea, jolloin höyryn kulutuksessa säästettäisiin hieman.

7.2.2 Vesihuollon höyrynkulutus

Vesihuolto kuluttaa noin xxx prosenttia kokonaiskulutuksesta. Vesihuollon tehtävänä on pitää käyttövedet 84 asteen lämpötilassa. Tarvittaessa se lämmittää vettä verkostovedestä, jolloin kulutus suurta. Kuumanveden käyttöä tulisi tarkkailla ja pyrkiä minimoimaan sen käyttö, jotta säästöjä saataisiin aikaan. Ainakin täyttölinja 2:n kuumanvedenkulutusta kannattaa tutkia, sillä näyttää että viemäriin menevän veden määrä ja lämpötila on suuri.

7.2.3 Täyttölinja 2:n höyrynkulutus

Täyttölinja 2:n höyryn tarve on pienempää kuin aluksi kuvittelin. Höyrynkäytön vähyyttä selittää se että vesi linjalle tulee kuumana, joten linjalla ei tarvita höyryä kuin vähän veden lämmitykseen. Höyry menee astioiden puhdistukseen. Linjalla on eristämättömiä lauhdeputkia, jotka kannattaa eristää. Linjan kuumanvedenkulutukseen tulisi mielestäni kiinnittää huomiota

7.2.4 Täyttölinja 3:n höyrynkulutus

Täyttölinjalla höyrynkulutus on suurta. Höyrynkäyttö arvioitiin, mutta näyttää vahvasti siltä että pullonpesukone vie moninkertaisen määrän energiaa kuin pitäisi. Pullonpesukoneen lämmönvaihdin ei ole tehokas ja tulisi tutkia olisiko sitä mahdollista vaihtaa tai korjata. Lisäksi mittauksien aikana ainakin osa lauhteesta meni suoraan viemäriin, joten asiaa kannattaa tutkia tarkemmin.

Täyttölinjan korin- ja kennonpesukoneen lauhde menee huuhteluvesien joukkoon, eli lähes hukkaan. Kannattaisi tutkia tarkemmin lauhteen talteenoton tuomat hyödyt, jotta selviäisi kannattaisiko rakentaa lauhdeputket ja yhdistää ne pullonpesukoneen lauhdeputkeen, jolloin lauhdevedet saataisiin sieltäkin talteen.

7.2.5 Täyttölinja 4:n ja 5:n höyrynkulutus

Täyttölinja 4:n höyrynkulutus on tehokasta, johtuen uudehkosta pullonpesukoneesta. Eikä kulutusta todennäköisesti voi vähentää, joten tätä ei kannata pohtia enempää.

Myös täyttölinja 5:n höyrynkulutus on melko tehokasta ja linjan vuosikulutus onkin lähes olematon. Höyrynkäyttöön ei mielestäni tällä linjalla kannata puuttua.

7.3 Kulutukset tuotantoprosessissa

Taulukossa 23 näkyy vielä yhdistetyt tulokset. Kuvissa 22 ja 23 näkyy höyry- ja sähkönkulutuksien jakaantuminen prosessissa.

Taulukko 23. Yhteenveto höyryn- ja sähkönkulutuksista

HÖYRYNKULUTUS

	kWh/l	MWh/vuosi	% kokonaiskulutuksesta
LINJA 2	xxx	xxx	xxx
LINJA 3	xxx	xxx	xxx
LINJA 4	xxx	xxx	xxx
LINJA 5	xxx	xxx	xxx
KEITTÄMÖ	xxx	xxx	xxx
VESIHUOLTO	xxx	xxx	xxx
SUODATUS (sanitointi+aerex)		xxx	xxx
CO2		xxx	xxx
CIP 1		xxx	xxx
CIP 2		xxx	xxx
CIP KEITTÄMÖ		xxx	xxx
CIP 4		xxx	xxx
LÄMMITYSHÖYRY (LA-LA)		xxx	xxx
SUOD. SANITOINNIT		xxx	xxx
YHT.		xxx	xxx

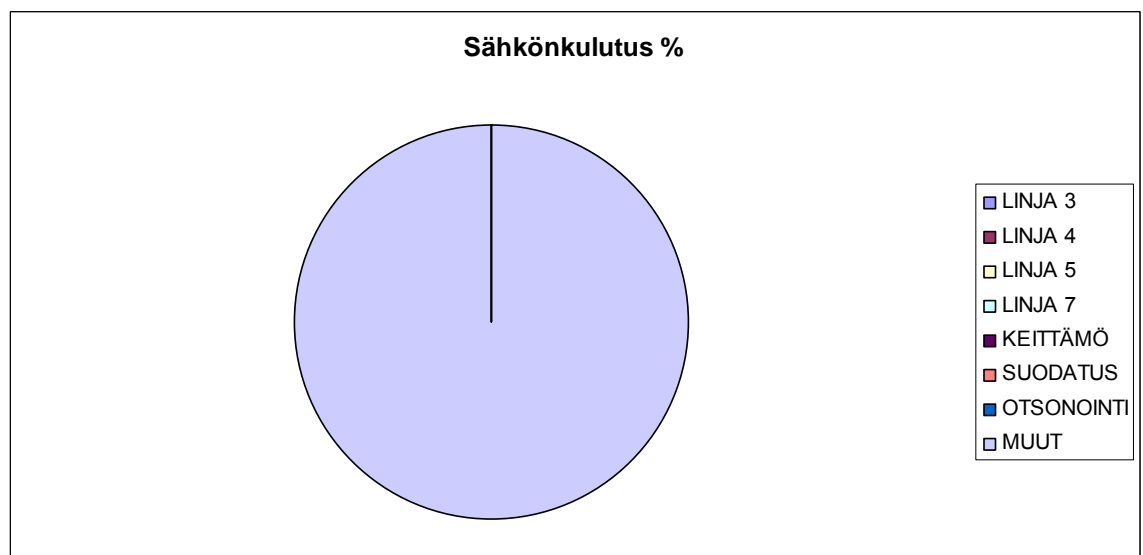
SÄHKÖNKULUTUS

	kWh/l	MWh/vuosi	% kokonaiskulutuksesta
LINJA 3	xxx	xxx	xxx
LINJA 4	xxx	xxx	xxx
LINJA 5	xxx	xxx	xxx
LINJA 7	xxx	xxx	xxx
KEITTÄMÖ	xxx	xxx	xxx
SUODATUS		xxx	xxx
OTSONOINTI	xxx	xxx	xxx
MUUT			xxx
YHT.		xxx	xxx

Kuva 22. Höyryn jakaantuminen tuotantoprosessissa



Kuva 23. Sähkönkulutuksen jakaantuminen tuotantoprosessissa



8 YHTEENVETO

Tässä työssä tutkittiin panimon tuotantoprosessin höyryn- ja sähkönkulutusta. Tavoitteena oli selvittää tuotantoprosessin höyryn- sekä sähkönkäyttö. Tulokset tulevat Olvin energiataaseeseen. Täydellisen energiataseen tekee ulkopuolinen insinööritoimisto. Energian hinnan nousu ja ympäristöpolitiikka pakottavat yritykset kartoittamaan energiankulutuksensa ja sitä kautta hakemaan mahdollisia säästökohteita ja vähentämään ympäristön kuormitusta. Työssä ei määritetä kuin tuotantoprosessin kulutukset, joten suurin osa sähkönkulutuksesta jää tämän työn ulkopuolelle.

Energiatasetta tehdessä tulee tietää, minne energiaa menee, joten tämä työ oli tarpeellinen määrittäessä kokonaistasetta. Panimolla höyryä käytetään ainoastaan tuotantoprosessiin ja kiinteistön lämmitykseen, joten sen käyttö on määritetty tässä työssä kokonaisuudessaan. Kaikkia kohteita ei saatu mitattua ja ne jouduttiin määrittämään käyttöaikojen ja kulutuksen seuraamisen avulla.

Merkittävin ja suurin höyrynkuluttaja on lämmityksen viemä höyryenergia. Tuotantoprosessin suurimmat höyrynkuluttajat ovat keittämö, vesihuolto ja täyttölinja 3. Keittämön kuluttama suuri höyrymäärä johtuu suurista litra määristä, joita lämmitetään höyryllä, ja ehkä hie-
man tehottomista lämmönvaihtimista. Keittämössä ei juuri voi muutoksia tehdä vaihtimille niiden sijainnista johtuen. Tulisi tutkia, voiko esimerkiksi vierteen keittoaikaa laskea. Vesi-
huollon kuluttamaa energiaa voidaan pienentää yksinkertaisesti vähentämällä kuumaveden käyttöä.

Yleisesti ottaen Olvin tuotantoprosessin kulutukset ovat vähintäänkin kohtuullisella tasolla. Pieniä muutoksia voi toki tehdä, mutta mitään merkittävää mielestäni ei ole tehtävissä.

LÄHTEET

1. <http://www.virallinenolvi.fi/index.asp>, Olvi Oyj:n www - sivut, luettu 12.1.2007.
2. Enari, T-M, Mäkinen V., Panimotekniikka, Rauma 1983, Mallasjuomalehti Oy, Helsinki.
3. Ruhanen, K. Cip – pesujen energiataloudellinen optimointi, Insinööritoimisto, Varkaus 2004, Savonia AMK, Varkaus
4. Toroi, H. Hantor Oy. Keskustelu 11.1.2007
5. Carl, H. Utility Distribution Systems, The Netherlands 2003, Manual of Good Practice”
6. Perttula, J. Energiatekniikka. WS Bookwell Oy, Porvoo 2000
7. www.hantor.fi, Mittauslaitteen toimittaneen yrityksen www - sivut, luettu 5.3.2007
8. Ahonen, V. Höyrytekniikka 1. Otakustantamo, Espoo 1979.
9. Pulkka, A. Keskustelu 10.4.2007
10. Konttila, S. Kajaanin AMK, Energiatekniikan muistiinpanot 2007

LIITEIDEN LUETTELO

LIITE 1. TUOTANTOPROSESSIN HÖYRYTEHOT

LIITE 2. OTSONAATTORIN SÄHKÖNKULUTUS

LIITE 3. ESIMERKKI HÖYRYN MITTAUSTULOKSISTA

LIITE 4. ESIMERKKI HÖYRYNKÄYTTÖ TAULUKOSTA

LIITE 5. KOKONAISHÖYRYN JA LÄMMITYSHÖYRYN KUVAAJA